

Universidad Autónoma de Madrid  
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales  
Departamento de Financiación e Investigación comercial

**TESIS DOCTORAL**

***APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS ALTERNATIVAS DE VALORACION  
DEL AGUA DE RIEGO EN LOS VALLES DE LA LIGUA Y PETORCA***

**Presentada por: Doña Irene López Grondona**

**Dirigida por: Dr. D. Prosper Lamothe Fernandez**

**Noviembre 2007**



***A mi padre***



### Agradecimientos

*Quisiera expresar mis profundos agradecimientos al Director de la tesis, Profesor Don Prosper Lamothe Fernandez por el valioso apoyo entregado durante el desarrollo de esta tesis.*

*Vayan también mis agradecimientos al Ministerio de Obras Públicas de Chile, organismo que financió la investigación aquí presentada, en particular a los profesionales de la Dirección de Obras Hidráulicas que participaron activamente aportando sus conocimientos sobre las inversiones en regadío y la agricultura.*

*De igual forma, agradezco al Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile, entidad bajo la cual se concretó este proyecto, en particular al Profesor Eduardo Contreras y a Sylvana Arenas, por su valiosa colaboración.*

*Finalmente, mis más sinceros agradecimientos a Carlos, mi marido, y a mis hijos Cristóbal, Paz y Ricardo, por el infinito amor y comprensión otorgados durante estos años.*



# INDICE

I.- INTRODUCCIÓN .....	12
1.1 Antecedentes.....	12
1.2 Objetivos.....	13
1.3 Contenidos del informe .....	14
II.- MERCADO DEL AGUA.....	16
2.1.- Definición de un mercado del agua .....	16
2.2.- Tipos de transacciones .....	18
2.2.1.- Ventas .....	18
2.2.2.- Contratos de arriendo .....	19
2.2.3.- Contratos de opción.....	19
2.3.-Experiencias con mercados de agua.....	20
2.3.1.- El mercado del agua en Estados Unidos .....	20
2.3.2.-El mercado del agua en España.....	23
2.3.3. El mercado del agua en Chile .....	26
III.- MARCO TEÓRICO: MEDICIÓN DE VALOR EN SITUACIONES DE NO MERCADO .....	30
3.1.- Métodos de preferencias reveladas .....	32
3.1.1.- Método basado en los costos de Inversión .....	32
3.1.2.- Método en función de la productividad.....	34
3.1.3.- Precios hedónicos .....	41
3.2.- Métodos de preferencias declaradas.....	45
3.2.1 Método de Valoración contingente (MVC).....	46
3.2.2. Fundamentos económicos del MVC.....	47
3.2.3 Descripción del MVC.....	49
3.2.4 Problemas de la valoración contingente. ....	51
3.3.- Conclusiones del análisis teórico .....	57
IV.- DISEÑO METODOLOGÍA DE CÁLCULO DEL VALOR DEL AGUA DE RIEGO A TRAVÉS DEL MERCADO DE DERECHOS DE AGUA.....	59
4.1.- Aspectos generales .....	59
4.2.- Definición de mercados de agua .....	59
4.2.1.- Aguas superficiales.....	59
4.2.2.- Aguas subterráneas.....	60
4.3.- Método de valor de las transacciones.....	60
4.3.1.- Base de datos de transacciones.....	60
4.3.2 Depuración de la base de datos.....	62
4.3.3 Determinación del Valor del agua .....	62
4.4 Otros casos.....	63

V.- DISEÑO METODOLOGÍA DE CÁLCULO DEL VALOR DEL AGUA DE RIEGO USANDO EL MÉTODO DE VALORACIÓN CONTINGENTE .....	64
5.1. Modelos Utilizados en la Determinación de la Disposición a pagar (DAP) .....	64
5.1.1. Sistema Tómelo o Déjelo.....	64
5.1.2. Modelo de Bishop y Heberlein. ....	65
5.1.3. Modelo de Hanemann.....	65
5.1.4. Modelo de Cameron y James.....	67
5.1.5.- Sistema Tómelo o Déjelo con Seguimiento .....	70
5.1.6.- Double Bounded.....	70
5.2. Modelo Econométrico propuesto.....	74
5.3. Metodología de aplicación del MVC.....	77
5.3.1.- Plan de trabajo .....	77
5.3.2 Descripción de las actividades principales .....	79
VI.- DISEÑO METODOLÓGICO PARA LA ESTIMACIÓN DEL VALOR DEL AGUA DE RIEGO UTILIZANDO EL MÉTODO DE PRECIOS HEDÓNICOS. ....	84
6.1. El modelo básico de Rosen para bienes de consumo diferenciados.....	84
6.2. La Tierra como factor o insumo de producción diferenciado (Palmquist, 1989).....	88
6.3. Metodología de aplicación de Precios Hedónicos .....	96
VII.- ANÁLISIS DEL ÁREA GEOGRÁFICA DEL PROYECTO.....	106
7.1. Antecedentes Generales.....	106
7.1.1. Localización Geográfica, Extensión y Límites.....	106
7.1.2. Climáticos, Hidrológicos, Geológicos y Geomorfológicos .....	106
7.1.3. Generalidades de las cuencas.....	108
7.1.3.1 Cuenca Río La Ligua .....	108
7.1.3.2 Cuenca Río Petorca.....	109
7.1.3.3 Embalses Proyectados .....	110
7.2. Estudios de la zona .....	112
7.2.1 Topografía.....	112
7.2.2 Geología.....	113
7.2.3 Calidad de Aguas .....	113
7.2.4 Hidrología .....	114
7.2.5 Hidrogeología .....	115
7.2.6. Características de los Rellenos de los Valle de La Ligua y Petorca.....	116
7.2.7. Análisis Hidrogeológico .....	119
7.2.8. Interacción Napa - Río.....	122
7.2.9. Clima.....	122
7.2.10. Adaptabilidad de los Cultivos.....	124
7.2.11. Estudios de Suelos .....	124
7.3. Área de Influencia del Proyecto .....	129
7.3.1 Sectores de Riego .....	129
7.3.2 Infraestructura Agro productiva .....	132
7.3.3 Estratificación .....	139
7.3.4 Estudio Sísmico .....	140



VIII.- APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE CÁLCULO DEL VALOR DEL AGUA A TRAVÉS DEL MERCADO DE DERECHOS DE AGUA. ....	143
8.1.- Antecedentes .....	143
8.2.- Construcción de la base de datos de transacciones .....	143
8.3.- Resultados .....	145
IX.- APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE VALORACIÓN CONTINGENTE ..	146
9.1 Planteamiento del modelo de Valoración Contingente .....	146
9.2 Focus Group .....	146
9.2.1 Objetivos.....	146
9.2.2 Comentarios Generales de los pequeños agricultores .....	148
9.2.3 Conclusiones Focus Group .....	148
9.3 Pre-encuesta.....	149
9.3.1. Aplicación.....	149
9.3.2. Diseño Pre-encuesta.....	150
9.3.3. Resultados Pre-encuesta .....	151
9.3.4. Escenario Hipotético.....	154
9.3.5. DAP .....	154
9.4.- Diseño Encuesta Final.....	157
9.4.1. Variables .....	157
9.4.2. Estimación Rangos DAP .....	161
9.4.3 Tamaño muestral .....	163
9.4.4. Diseño de la muestra.....	163
9.5.- Aplicación de la Encuesta .....	164
9.6. Resultados Encuesta .....	165
9.6.1 Análisis Descriptivo.....	165
9.6.2 Tratamiento de los datos .....	168
9.6.3. Análisis cualitativo .....	172
9.6.4. Análisis Estadístico.....	174
9.6.5. Modelo Econométrico Single Bounded.....	179
9.6.6 Modelo Econométrico Double Bounded .....	185
9.6.7 Conclusiones Modelo de Valoración Contingente.....	190
X.- APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PRECIOS HEDÓNICOS.....	192
10.1 Planteamiento del Modelo de Precios Hedónicos .....	192
10.2 Focus Group .....	193
10.3 Pre-encuesta.....	194
10.3.1. Aplicación.....	195
10.3.2. Diseño Pre-encuesta.....	196
10.3.3. Resultados Pre-encuesta .....	197
10.3.4. Recopilación de las transacciones de terrenos.....	201
10.3.5. Tamaño muestral .....	204
10.4. Encuesta.....	205
10.4.1. Variables .....	205
10.4.2. Universo.....	209
10.5. Aplicación de la encuesta de Precios Hedónicos.....	211
10.6. Resultados Encuesta de Precios Hedónicos.....	212

10.6.1 Análisis Descriptivo.....	212
10.6.2 Tratamiento de los datos.....	216
10.6.3 Análisis cualitativo .....	220
10.6.4. Análisis Estadístico.....	221
10.6.5 Modelo Econométrico .....	227
10.6.6. Conclusiones Modelo Precios Hedónicos .....	230
<b>XI. COMPARACIÓN DEL VALOR DEL AGUA DE RIEGO OBTENIDO CON DIFERENTES MÉTODOS.....</b>	<b>233</b>
11.1 Método del presupuesto.....	233
11.1.1 Beneficios netos agrícolas del proyecto .....	234
11.1.2 Demanda de agua incremental generada por el proyecto .....	237
11.1.3 Valor del agua.....	239
11.2 Método de las transacciones.....	240
11.3 Método de valoración contingente .....	241
11.4 Método de los costos de inversión.....	242
11.5 Comparación entre los distintos métodos.....	243
<b>XII. CONCLUSIONES .....</b>	<b>244</b>

## ANEXOS

ANEXO 1: DETERMINACION DEL VALOR DEL AGUA POR EL METODO DE LAS TRANSACCIONES. BASE DE DATOS .....	250
ANEXO 2 : CALCULO DE FACTORES DE CONVERSION DE ACCIONES A LITROS / SEG .....	259
ANEXO 3: CASO DE NEGOCIOS PROYECTO EMBALSES.....	263
ANEXO 4: SÍNTESIS DE FOCUS GROUPS REALIZADOS CON AGRICULTORES DE LOS VALLES DE LA LIGUA Y PETORCA .....	265
ANEXO 5: ENCUESTAS .....	272
ANEXO 6: PRUEBAS MODELOS ECONOMETRICOS.....	286
BIBLIOGRAFÍA .....	296

## INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1	Gráfico de la Variación compensada y Variación equivalente del ingreso	48
Tabla 6.1	Familia de transformaciones Box - Cox	103
Figura 2	Ubicación embalses proyectados	110
Tabla 7.1	Resumen caracterización acuíferos Valle de La Ligua	118
Tabla 7.2	Resumen caracterización acuíferos Valle de Petorca	118
Tabla 7.3	Capacidad de uso de los suelos	125
Tabla 7.4	Categorías y subcategorías de regadío	126
Tabla 7.5	Superficies por clase de drenaje	126
Tabla 7.6	Superficies según Aptitud Frutal	127
Tabla 7.7	Superficies según Aptitud Forestal	128
Tabla 7.8	Superficies según Erosión	129
Tabla 7.9	Resumen caracterización sísmica	142
Tabla 8.1	Factores de conversión acción a l/s	144
Tabla 8.2	Valores del agua Método de las transacciones de mercado	145
Tabla 9.1	Cantidad de pre-encuestas por sector y superficie de predio. MVC	150
Tabla 9.2	Eficiencia de aplicación de los distintos métodos de riego	155
Tabla 9.3	Dotación media según sistema de riego. Valles La Ligua y Petorca	155
Tabla 9.4	Disposición a pagar de los encuestados según pre-encuesta	156
Tabla 9.5	Variables del Modelo de Valoración Contingente	158
Tabla 9.6	Cantidad de encuestas a realizar según DAP homogénea	161
Tabla 9.7	Equivalencias DAP homogénea (\$/m <sup>3</sup> ) y DAP según sistema de riego (\$/há)	162
Tabla 9.8	Cantidad de encuestas según sector y superficie del predio	163
Tabla 9.9	Frecuencia de respuestas válidas por variable. MVC	166
Tabla 9.10	Análisis estadístico de las variables del MVC	174
Tabla 9.11	Frecuencia de variables testeadas. MVC	175
Figura 3	Distribución de respuestas encuesta de valoración contingente	179
Tabla 9.12	Medidas de ajuste de distintos tipos de regresión	180
Tabla 9.13	Análisis estadístico variables normalizadas MVC	181
Tabla 9.14	Modelo econométrico Single Bounded	181
Tabla 9.15	Porcentaje de predicción del modelo Single Bounded	183
Tabla 9.16	Distribución de las variables significativas Modelo Single Bounded	184
Tabla 9.17	Análisis estadístico variables modelo Doble Bounded	186
Tabla 9.18	Frecuencia variables Modelo Doble Bounded	186
Tabla 9.19	Modelo econométrico Doble Bounded	187
Tabla 9.20	Distribución de probabilidades Modelo Doble Bounded	188

Tabla 9.21	Estimación DAP Modelo Doble Bounded para distintas aproximaciones del Grupo NO-NO	189
Tabla 10.1	Cantidad de pre-encuestas por sector y superficie del predio.	196
Tabla 10.2	Determinación del tamaño muestral. Modelo de Precios Hedónicos	204
Tabla 10.3	Estimación del error muestral. Modelo de Precios Hedónicos	204
Tabla 10.4	Variables modelo de Precios Hedónicos	205
Tabla 10.5	Cantidad de encuestas por sector y superficie del predio. Modelo de Precios Hedónicos	210
Tabla 10.6	Frecuencia de respuestas válidas. Encuesta de Precios Hedónicos	213
Tabla 10.7	Análisis estadístico de las variables. Modelo de Precios Hedónicos	222
Tabla 10.8	Frecuencia de las variables testeadas. Modelo de Precios Hedónicos	223
Tabla 10.9	Regresión Lineal. Modelo de Precios Hedónicos	227
Tabla 10.10	Regresión Log- Log. Modelo de Precios Hedónicos	228
Tabla 10.11	Regresión Semi Log. Modelo de Precios Hedónicos	229
Figura 3	Gráfico: Superficie del Predio vs. Precio Actualizado	230
Figura 4	Gráfico: Cantidad de agua en el predio vs. Precio Actualizado	231
Tabla 11.1	Beneficios netos agrícolas Valle de La Ligua	235
Tabla 11.2	Beneficios netos agrícolas Valle de Petorca	236
Tabla 11.3	Demanda de Agua Valle de La Ligua	237
Tabla 11.4	Demanda de Agua Valle de Petorca	237
Tabla 11.5	Tasa de incorporación al riego. La Ligua	238
Tabla 11.6	Tasa de Incorporación al riego. Petorca	238
Tabla 11.7	Demanda de Agua. Proyecto Ligua Petorca	238
Tabla 11.8	Valor del agua. Total del excedente agrícola	239
Tabla 11.9	Valor del agua según % del excedente agrícola asignado	239
Tabla 11.10	Valor del agua. Método de las transacciones (UF/l/s)	240
Tabla 11.11	Cuota anual equivalente	240
Tabla 11.12	Escenarios de riego	240
Tabla 11.13	Valor del agua. Método de las transacciones (\$/m <sup>3</sup> )	241
Tabla 11.14	Transacciones de derechos de agua de Empresas de Agua Potable	241
Tabla 11.15	Valor del Agua. Método de los costos de Inversión	242
Tabla 11.16	Valor del Agua superficial. La Ligua y Petorca	243

## **I.- Introducción**

### **1.1 Antecedentes**

La investigación realizada tuvo por objeto el desarrollo y la aplicación de metodologías alternativas para la valoración del agua de riego. En particular se aplicaron los métodos que se mencionan más adelante en los valles de La Ligua y Petorca, donde se encuentra en desarrollo un proyecto de construcción de embalses. En base a los resultados obtenidos se concluyó acerca de la validez de los métodos propuestos y la factibilidad de aplicarlos en otros sectores geográficos.

La importancia del tema radica en que el estado chileno inició, hace más de una década, un sistema de concesiones de obras públicas a empresas privadas, que hasta ahora se ha aplicado principalmente a carreteras y aeropuertos, y en la actualidad se está impulsando su aplicación a embalses para regadío. En este tipo de proyecto, la viabilidad del negocio para el concesionario privado de la obra de riego, depende de la disposición a pagar por el agua de los agricultores y otros posibles usuarios, clientes del concesionario.

Tradicionalmente, los beneficios de los proyectos de riego se han valorado utilizando el método de la productividad, que consiste en determinar a través del mercado de los productos agrícolas, el excedente de producción de los beneficiarios, el cual en teoría debiera reflejar la máxima disposición a pagar por la oferta adicional de agua que genera el proyecto. Dicha disposición a pagar sería entonces la demanda o utilidad marginal que genera el proyecto.

La principal crítica a este método es que el resultado final de la rentabilidad del proyecto depende, en forma significativa, del criterio experto del equipo evaluador, el que no siempre ha sido posible verificar y validar. Por ejemplo, variables tales como la estructura de cultivo en la situación con proyecto, la que se construye principalmente a partir del juicio de un experto, tiene gran importancia sobre la rentabilidad del proyecto.

## 1.2 Objetivos

El objetivo general de este estudio fue desarrollar y aplicar al caso específico de La Ligua y Petorca metodologías alternativas para estimar el valor del agua de riego.

Se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Estudiar antecedentes del mercado del agua en Chile y el Mundo.
- Analizar el marco teórico asociado a las distintas metodologías de valoración en casos de ausencia de mercado:

### Métodos de Preferencias reveladas

- Método basado en los costos de inversión
- Método basado en la productividad
- Precios hedónicos

### Métodos de Preferencias declaradas

- Valoración contingente
  - Ordenación contingente
  - Comportamiento contingente
- 
- Estudiar aplicaciones realizadas con estas metodologías.
  - Evaluar en forma crítica dichas metodologías desde el punto de vista de la estimación del valor del agua para riego

- Desarrollar la metodología de aplicación de los métodos anteriores que resulten adecuados , al caso específico de un proyecto de riego.
- Estimar el valor del agua para riego en los valles de La Ligua y Petorca con las metodologías propuestas
- Realizar un análisis comparativo de los resultados con los obtenidos con el método del presupuesto.
- Validar el modelo contra transacciones en el mercado de los derechos de agua

La aplicación de las metodologías alternativas que fueron desarrolladas es altamente interesante, ya que si bien existe numerosa literatura y aplicaciones tanto sobre precios hedónicos como sobre valoración contingente, ninguno de estos dos métodos se ha aplicado anteriormente a la valoración del agua para riego. Si se logra consolidar las metodologías propuestas, en forma posterior podrán ser usadas tanto por agentes públicos, en la evaluación de proyectos de riego, como por agentes privados, para estimar los ingresos que podrían obtener de la concesión de una obra de riego, etapa fundamental a la hora de decidir su participación.

### **1.3 Contenidos del informe**

El presente informe se desarrolla en 12 capítulos. El capítulo siguiente estudia el tema del desarrollo de los mercados de agua, dado que en caso de existir y tener un adecuado nivel de desarrollo, el precio del recurso estaría determinado por ellos. Se presentan en profundidad los casos de tres países donde ha habido experiencias con mercados de agua: España, Estados Unidos y Chile<sup>1</sup>.

El capítulo tercero está dedicado al análisis de las metodologías existentes para determinar precios de bienes sin mercado. Los principales desarrollos en esta área, aunque no todos,

---

<sup>1</sup> Los mercados de Estados Unidos y España se encuentran en el Anexo 1.

vienen de la economía ambiental. Se presentan aquellos enfoques que podrían ser de utilidad para resolver el problema en estudio, esto es la determinación del valor del agua para riego. Para cada uno de ellos se revisan los conceptos y desarrollos básicos, además de analizar los problemas que se podrían presentar en su aplicación.

Los tres siguientes capítulos están dedicados cada uno al desarrollo detallado de una metodología específica. En el capítulo cuarto se desarrolla la metodología para medir el valor del agua de riego utilizando las transacciones de derechos de agua. El capítulo quinto presenta una propuesta para una aplicación utilizando la metodología de valoración contingente, y en el capítulo seis, se hace lo mismo para la metodología de precios hedónicos.

En el capítulo siete se analiza extensamente la zona de La Ligua y Petorca, que corresponde al sector donde se realiza el estudio de valoración por encontrarse en pleno desarrollo el estudio de factibilidad de cuatro embalses de regadío.

En el capítulo ocho, se presenta una aplicación de la metodología de las transacciones de derechos de agua.

El capítulo nueve presenta los resultados de la aplicación de la metodología de valoración contingente.

El capítulo 10 contiene los resultados de la aplicación de la metodología de precios hedónicos.

En el Capítulo 11 se presentan una estimación del valor del agua de riego obtenida con el método del presupuesto y una comparación de los resultados entregados por los distintos métodos.

Finalmente, el capítulo 12 presenta las conclusiones del estudio.



## **II.- Mercado del agua**

Dado que el mercado del agua cruda representa la instancia natural para evaluar los proyectos de riego agrícola, este capítulo está dedicado a discutir la existencia y el grado de desarrollo de dicho mercado. En los puntos 2.1 y 2.2 se sintetiza brevemente aspectos generales y definiciones utilizadas a nivel internacional, y en 2.3 se presenta la situación del mercado en España, Estados Unidos y Chile.

En algunas áreas geográficas el agua es un bien cada día más escaso, hasta tal punto que puede llegar a limitar la actividad agraria intensiva. Esta escasez genera la necesidad de una gestión de los recursos hídricos, tanto de la perspectiva pública como desde la perspectiva privada (Caballer et al 1998).

Hasta hace no mucho tiempo, el agua y el aire se consideraban como ejemplos típicos de bienes sin valor económico por su teórica abundancia. Sin embargo cuando dichos bienes se emplean con mayor intensidad, disminuye su disponibilidad y se convierten paulatinamente en bienes susceptibles de asignarles un valor económico y proceder a su tasación.

Con el regadío, el empresario domina la aplicación del agua al cultivo y lo hace siguiendo los criterios de comportamiento empresarial y buscando unos objetivos que se aproximan, en general, a la maximización de los rendimientos o de los beneficios.

### **2.1.- Definición de un mercado del agua**<sup>2</sup>

En un mercado del agua, ésta se asigna a un precio determinado mediante el libre intercambio de algún tipo de derecho de propiedad para usarla, ya sea por un período limitado de tiempo (arriendo) o a perpetuidad (venta). Son las interacciones entre los

---

<sup>2</sup> Los apartados 2.1 y 2.2 se han extraído de Lee y Juravlev, “Los Precios, la propiedad y los mercados en la asignación del agua”

compradores y vendedores de derechos las que constituyen el mercado del agua. Este mercado es la institución, formal o informal, que facilita el intercambio de derechos de agua entre compradores y vendedores (Cummings y Nercissiantz, 1992). Los mercados del agua se distinguen de otros procesos de asignación por las características siguientes (Colby, 1988):

- La transferencia del agua es la finalidad real de la transacción y el valor del recurso es distinto del valor de otros bienes y servicios involucrados en la transacción. El mercado del agua existe cuando los derechos de agua son bienes con una identidad distinta de otra propiedad real. En la experiencia internacional (a diferencia del caso chileno), hay muchos ejemplos de lo que se ha denominado mercados del agua “implícitos”, en que el agua se vende como una parte de la transferencia de tierras, aunque la finalidad de la transacción sea obtener agua (Colby, Crandall y Bush, 1993). Tales transacciones no pueden considerarse como “mercados del agua”, sino más bien como ejemplos de un medio de evadir restricciones burocráticas o legislativas ineficientes.
- La fuerza motivadora es la percepción mutua por los compradores y vendedores potenciales de que la transacción es la que más los beneficia dadas las oportunidades alternativas que se les ofrecen; en consecuencia la reasignación es totalmente voluntaria.
- Ninguna autoridad central determina la transferencia, aunque puede condicionar o regular el precio y otras condiciones; se generan en transacciones voluntarias negociadas entre compradores y vendedores dispuestos.

## **2.2.- Tipos de transacciones**

Uno de los beneficios principales de los mercados del agua son las posibilidades prácticamente ilimitadas de reasignar el recurso, siendo la única restricción real el ingenio de las parte negociadoras (Driver, 1986). Las transferencias de derechos de agua pueden asumir una variedad de formas, en que cada una sirve una finalidad operacional diferente en un sistema de recursos hídricos (Israel y Lund, 1995). La elección de la forma de transferencia del agua depende de la estructura del mercado, las consideraciones legales y de terceros que la transacción debe atender, la definición y características del derecho de agua, los costos de transacción, las características de la oferta y demanda, otras condiciones locales y sobre todo, las necesidades de las partes en la transacción.

### **2.2.1.- Ventas**

La transferencia permanente del título, que incluye todos los beneficios, costos, riesgos y obligaciones vinculados con el derecho suele ser la respuesta a las variaciones de largo plazo en las condiciones de demanda y oferta que incrementan el valor marginal del agua en algunos usos y lo disminuyen en otros. La venta es “la estructura de mercado preferida cuando el objetivo es satisfacer cambios de demanda permanentes” (Howitt, 1997). Cabe suponer que la transferencia permanente de derechos de agua mediante la venta es menos frecuente que los contratos de arrendamiento.

Las ventas son comunes en las transferencias intersectoriales, en que la agricultura de riego es el vendedor dominante y los usuarios urbanos los principales compradores. En el oeste de los Estados Unidos, por ejemplo, mientras que las transferencias intraagrícolas ocurren en muchas áreas, las transferencias de agua desde la agricultura a los usos municipales e industriales es la forma predominante de transacciones de mercado (Saliba y Bush, 1987). En Chile, las ventas de agua intraagrícolas así como las ventas intersectoriales, son comunes en muchas zonas (Hearne e Easter, 1995; Gazmuri y Rosegrant, 1994).

### **2.2.2.- Contratos de arriendo**

El arriendo de derechos de agua entraña la venta del recurso, pero no de los derechos. En el arriendo, el arrendador conserva el título de los derechos de agua y al expirar el contrato hay que devolverlos. El arriendo es la respuesta de mercado preferida a las variaciones de corto plazo de las condiciones de la oferta y la demanda. Suele considerarse que estas operaciones constituyen un mercado del agua para entrega inmediata. (Lee y Juravlev, 1998).

Los contratos de arriendo pueden satisfacer las necesidades más diversas. Su flexibilidad los vuelve una opción atractiva para muchos usuarios, y los mercados de arriendo suelen ser muy dinámicos, sobre todo entre los vecinos propietarios de derechos de agua en los distritos de riego. Los arriendos, a menudo de naturaleza informal, suelen ser la forma predominante de las transacciones de mercado. En los mercados informales, la mayoría de las transacciones consisten en arriendos de corto plazo, porque las dificultades para hacer cumplir los contratos impiden la transferencia permanente de derechos de agua.

### **2.2.3.- Contratos de opción**

Los contratos de opción , conocidos también como mercados del agua contingentes o interrumpibles, son un acuerdo de largo plazo para arrendar, y a veces vender, un derecho de agua cuando ocurre una determinada contingencia, casi siempre una sequía (contratos de opción para años secos) ( Lee y Juravlev, 1998). Muchos de los beneficios de los contratos de opción pueden obtenerse mediante el arriendo a corto plazo sin tener que suscribir compromisos de largo plazo, pero el arriendo puede incrementar el riesgo vinculado con los ingresos de los participantes y derivar en costos de transacción más elevados, incluidos la inversión en sistemas de distribución y los costos en mediciones para garantizar el cumplimiento (Hamilton, Whittlesey y Halverson, 1989). Hay ejemplos de su uso tanto en los Estados Unidos como en Chile. Un arreglo típico, en Chile, es el pago de una suma prenegociada de un fruticultor a un agricultor que se dedica a cultivos anuales por la opción de suministro de agua en caso de sequía (Thobani, 1997).

### **2.3.-Experiencias con mercados de agua**

Pese a que la comercialización de los derechos de agua es fuertemente promovida por muchos expertos en el tema, salvo unas pocas excepciones (principalmente, Australia, España y algunos estados de Estados Unidos), los países desarrollados carecen de mercados de agua desarrollados (Frederiksen, 2001), y “las experiencias de países con mercados eficientes ... no son muchas” (Solanes y Getches, 1998). Sin duda alguna, el caso principal de los mercados de agua formales y maduros, que cuenten con suficiente evidencia empírica de funcionamiento razonablemente eficiente, activo y a una escala territorial significativa, son los mercados de agua de los estados del oeste árido de Estados Unidos (Arizona, Colorado, Nevada, Nuevo México, Utah, etc.) (CEPAL, 1995, Lee y Jouravlev, 1998).

#### **2.3.1.- El mercado del agua en Estados Unidos<sup>3</sup>**

Los mercados del agua funcionan en muchos estados occidentales de los Estados Unidos. Un estudio comparativo de estos mercados en los estados de Arizona, California, Colorado, Nevada, Nuevo México y Utah demostró que :

- i) Son un mecanismo importante de asignación del agua en muchas zonas y tienden a generalizarse más.
- ii) Parecen ser relativamente eficientes en asignar el agua entre los usos reconocidos como beneficiosos en los códigos de agua estatales, con patrones de transferencia que indican claramente el paso desde los usos de menor valor a los de mayor valor.
- iii) Tanto los costos de oportunidad del uso de los recursos disponibles como las externalidades que involucran a los usuarios consuntivos (con efectos en el caudal de retorno) se reflejan en general en las decisiones y precios de mercado. No obstante, apenas se tienen en cuenta los valores de los usos no consuntivos y la calidad del agua.

---

<sup>3</sup> 1 Este apartado se ha basado en forma importante en Lee y Juravlev, 1998. “Los precios, la propiedad y los mercados en la asignación del agua”.

iv) Los mercados del agua suelen desviarse considerablemente del modelo del mercado competitivo, y los precios de mercado observados solo servirían como una aproximación grosera del valor social del suministro de agua adicional. (Saliba y Bush, 1987, Saliba, 1987; Saliba y otros, 1987, citados en Lee y Juravlev, 1998))

Los estudios de determinados sistemas muestran resultados igualmente favorables en materia de eficiencia. El mercado de arriendo del agua de riego en el Northern Colorado Water Conservancy District y en cinco grandes empresas de riego de la cuenca South Plate ha derivado en una eficiencia considerable y ha permitido evitar pérdidas en la producción de cultivos. (Anderson, 1961). Asimismo, ha reducido las pérdidas que se producen cuando los usuarios se traban en costosos y prolongados conflictos legales. Las normas y costumbres elaboradas para las transferencias de agua “posibilitan un mejor ajuste de la relación tierra- agua de la que se observa normalmente en la agricultura de riego occidental. Podrían servir de ejemplo para otras zonas sobre como ajustar las diversas necesidades de los usuarios de agua” (Anderson, 1961, citado en Lee y Juravlev, 1998).

Una revisión de dos décadas de la actividad del mercado en el valle inferior del Río Grande de Texas halló prácticas activas de comercialización del agua con volúmenes importantes de agua agrícola transferidas para uso municipal e industrial (Chang y Griffin, 1992). El análisis de transacciones de mercado representativas indicó que los beneficios municipales de la comercialización del agua superaron con creces los costos de oportunidad agrícolas. El estudio estima que los beneficios municipales de las transacciones oscilan entre 5000 dólares y 17000 dólares por 1000 metros cúbicos comparados con los valores del agua perdidos por los regantes fluctúan entre 249 dólares y 1894 dólares por 1000 metros cúbicos en circunstancias agrícolas optimistas.

Un estudio de cuatro empresas de riego en Utah observó beneficios considerables de aumentar el área en que se permitían las transacciones (Gardner y Fullerton, 1968). Antes de 1948, solo se permitía el comercio de agua dentro de las empresas. En 1948, se pudo transferir agua entre empresas así como dentro de cada una. La facultad de transferir agua de riego entre las empresas triplicó los precios del arriendo – lo que refleja el valor del

producto marginal vinculado con los años antes y después de pasar a una política de transferencias entre empresas en 1948 – (a precios constantes de mercado) entre 1934 – 1941 y 1950– 1964.

### El caso de California.

Históricamente, los californianos han sabido hacer frente con éxito a los desequilibrios de espacio y tiempo, de oferta y demanda de agua que caracteriza a este Estado de la Unión. A través de un sistema de control de acuíferos (explotación y recarga) –en estaciones, lugares y años húmedos- y su transporte a estaciones, años y lugares secos, se ha conseguido una asignación del recurso a aquellos destinos (lugares, usuarios) donde este puede ser mejor utilizado, obteniendo así, para todos, las rentas más altas posibles (Ariño y Sastre, 1999).

Entre los varios proyectos de explotación que se han aprobado a lo largo del tiempo, merece la pena destacar la extensa red de proyectos que se han realizado para construir una red hidráulica que une a todas las regiones de California. Hoy es posible transferir agua de cualquier localidad a otra (Vaux, 1995).

En 1991, California se hallaba en medio de su quinto año consecutivo de sequía y las principales empresas abastecedoras de agua se vieron obligadas a reducir notoriamente el suministro. Frente a esta emergencia, el gobierno del estado dispuso que el Department of Water Resources, estableciera y operará transitoriamente un Drought Emergency Water Bank a fin de centralizar la reasignación del agua de los vendedores a los compradores con necesidades críticas a corto plazo. El banco, tanto en términos físicos como financieros, generó el mayor conjunto anual de transacciones de agua a nivel regional habidas hasta entonces en los estados Unidos y tal vez en el mundo. (Howitt, 1994). Contribuyó a aliviar las condiciones de sequía extrema en California. Se estima que los beneficios financieros netos de sus operaciones ascendieron a 105.820.000 dólares. La comercialización del agua tuvo también un efecto positivo sobre el empleo, que se tradujo en una ganancia neta

estadual de 3741 ocupaciones. El Banco del Agua se volvió a establecer en 1992, 1994 y 1995, pero en menor escala, y está previsto implementarlo en el caso de sequías futuras.

### **2.3.2.-El mercado del agua en España**<sup>4</sup>

En España, al igual que en California y Australia, los usos agrícolas representan el 80% del consumo de agua; por tanto, pequeñas variaciones en el precio del agua pueden liberar grandes cantidades de esta, permitiendo que se asigne a otros usos donde el agua es pagada a precios más altos y tiene un rendimiento mayor. Los primeros beneficiarios de esto son los agricultores, que obtienen vendiendo agua sobrante, unas buenas rentas, sin merma sustancial de sus cosechas. (Ariño y Sastre, 1999).

Los usuarios agrícolas o industriales españoles contribuyen solo en una muy pequeña parte (un 10% de los gastos por ello ocasionados) a financiar los costes en que se incurre para hacerles llegar el agua. El abastecimiento urbano está incrementando sus precios progresivamente, pero aún así no cubre, completamente los costes del recurso. El recurso del agua es un bien de primera necesidad, pero no es de ninguna manera un “bien público” en el sentido económico del término. Sin embargo el agua se gestiona prácticamente como si lo fuera, ya que su producción (en la que se incluyen obras hidráulicas como la instalación de depuradoras y potabilizadoras que debieran ser financiadas a través de tasas) se financia fundamentalmente vía impuestos (en un 90%) y solo una pequeña parte proviene de los consumidores, sin que haya además una distribución equitativa entre estos según el volumen de consumo. (Ariño y Sastre, 1999).

En España, desde hace siglos se practica la subasta de aguas entre los regantes de Levante, en los regadíos de la ciudad de Lorca y en las Islas Canarias. Otras experiencias igualmente conocidas serían las siguientes:

---

<sup>4</sup> Este apartado se ha basado en la ponencia de Gaspar Ariño Ortiz y Mónica Sastre Beceiro.



## 1.- Campo de Tarragona. (Ariño y Sastre, 1999).

En esta zona ha funcionado a pequeña escala el mercado del agua. La compra y venta de títulos concesionales tiene lugar bien entre distintos regantes, bien entre la Comunidad de Regantes, bien entre la Comunidad de Regantes y la ciudad de Reus. Esta última, ha saneado su economía gracias a la venta o alquiler de títulos cuando les sobraba agua. También han proporcionado agua a las zonas industriales. Este mercado funciona desde 1976, pero ha sido en 1982 cuando la Comunidad de Regantes empezó a registrar la venta y compra de títulos. En el Campo de Tarragona existe también un mercado negro del agua, donde se está vendiendo de facto el agua de los pozos.

## 2.- Canarias

En Canarias, el aprovechamiento del agua, su transporte, distribución y asignación del recurso ha estado tradicionalmente, y lo estará en su mayor parte en los próximos años (por lo previsto en la Disposición Transitoria Tercera de la Ley 12/1990), reservado a la iniciativa privada, a través del mercado. En el archipiélago existen dos modalidades de mercados del agua: de acciones y de agua propiamente tal, ambos gestionados por la iniciativa privada.

El mercado de títulos consiste en la libre transacción de participaciones y títulos de propiedad de las Comunidades de Aguas, Heredamientos y Comunidades de Regantes. De tal manera, que se compran y venden acciones de propiedad de estas comunidades lo que da derecho a volúmenes de agua, patrimonio de estas, como si de una bolsa del agua se tratara.

El mercado del “agua”, consiste en la compra directa de caudales o volúmenes de agua. Dentro de esta modalidad a su vez podemos distinguir:

- Mercado del agua en el sector privado

El origen del mercado del agua en Canarias lo provocó la necesidad de atender a los consumos urbanos. El inicial reparto del agua, estaba en poder de los Heredamientos y su destino era la agricultura. Los principales compradores eran y siguen siendo: los ayuntamientos, los empresarios industriales y turísticos.

El mercado del agua en Canarias se realiza “con intermediario” que tiene como misión comprar, distribuir y vender el agua. Los intermediarios hacen a cada demandante aquella oferta de agua que circule por los canales más cercanos al lugar donde va a ser destinada el agua. Son grandes conocedores del sistema de redes hidráulicas de la isla donde se dé dicho mercado. El pago se produce por parte del demandante al intermediario y éste, previo el cobro de una comisión, le entrega el dinero al propietario de los caudales, en función del precio que alcance el agua en aquel momento. El sistema funciona.

- Mercado institucional del agua

Otra modalidad de mercado es la institucional, esto es, público, que inició en 1960 el Cabildo Insular de Gran Canarias, obteniendo la concesión del agua almacenada de las presas, que luego vendía a los agricultores. En la Isla de Tenerife, el Cabildo Insular creó un organismo propio, “BALTEN”, que compra agua en invierno y la vende en verano, con el fin de incidir en el mercado. Asimismo, en los últimos años, los Ayuntamientos están vendiendo aguas depuradas teniendo derecho al acceso a la red de distribución de aguas depuradas.

Por último, en relación al archipiélago canario, hay que decir que es también frecuente en el mismo los arrendamientos de agua temporales, normalmente por

períodos anuales, o mediante el denominado arrendamiento adulado, por temporada de riego de los cultivos, o períodos menores al año.

### **2.3.3. El mercado del agua en Chile**

Desde la época colonial, los derechos de agua se han concedido a particulares, entonces mediante concesiones que se asemejaban a los derechos a la propiedad privada del agua (Muchnick et al, 1997).

El primer Código de Aguas chileno se promulgó en 1951 y en el se reconocía tanto la propiedad pública como privada de los recursos hídricos. En 1969, simultáneamente con la reforma agraria que se llevaba a cabo en el país en ese entonces, se promulgó un nuevo Código en el que se establecía que todas las aguas eran de propiedad del estado, lo que constituyó un punto de ruptura con la legislación anterior y posterior que, con diversos enfoques, han reconocido la propiedad privada de los recursos hídricos.

En 1981 se promulgó un nuevo Código de Aguas vigente hasta la fecha aunque en el mes de Junio del 2005 entraron en vigencia algunas modificaciones<sup>5</sup>. Las características más importantes de el código de 1981son las siguientes (Ríos y Quiroz, 1995):

1. Los derechos de aguas son totalmente independientes de los derechos de propiedad de la tierra y pueden venderse, comprarse y transferirse libremente. Su carácter de propiedad privada está garantizado conforme a los derechos sobre la propiedad establecidos en el Código Civil. En Europa, el Canadá o los Estados Unidos de América no existe legislación que conceda derechos de aguas incondicionales como los que otorgan el Código de Aguas de Chile.

---

<sup>5</sup> En la modificación aprobada se dispone la asignación por caudales efectivamente requeridos, en ese sentido uno de los cambios más importantes es el establecimiento de una patente por no uso del agua. Asimismo , para promover un acceso competitivo al aprovechamiento del recurso, se perfecciona el mecanismo del remate.

2. Las solicitudes de nuevos derechos de aguas no están sujetas al tipo de uso y no existe un orden de prioridades en cuanto a la utilización del recurso. También en este sentido, puede decirse que esta es la única legislación que no impone como condición de acceso al derecho de agua su uso efectivo y beneficioso .
3. El Estado asigna los derechos de agua a título gratuito y, cuando se presentan solicitudes simultáneas por los mismos derechos, éstos se otorgan al mejor postor. No se ha fijado tributo alguno a los derechohabientes.
4. El papel del Estado en la solución de las controversias es muy limitado, y estas se resuelven mediante las negociaciones privadas o a través del sistema judicial.
5. Además de los usos consuntivos corrientes, en el Código se define el concepto de uso no consuntivo. Este concepto se ha incluido previendo la multiplicidad de usos del agua, especialmente con el objeto de promover la construcción de plantas hidroeléctricas en los cursos superiores de las cuencas hidrográficas, sin que se vean afectados los derechos consuntivos nuevos o existentes otorgados en los cursos inferiores con fines de riego.
6. En líneas generales, el derecho de uso de las aguas subterráneas se rige por las mismas normas legislativas que el derecho de las aguas de superficie. Sin embargo, en el Código figuran algunas normas especiales para este tipo de aguas (Rosegrant y Gazmuri, 1994).

Este código estableció las bases para que la reasignación de las aguas entre los diversos usos se efectuara a través del mercado, dejando atrás sistemas centralizados, como lo era la declaración de áreas de racionalización. En este escenario, no cabe duda que el mecanismo de mercado ha sido adecuado para producir una transferencia de aguas hacia demandas fuertemente crecientes y que presentan un alto beneficio social y económico (Peña, en Donoso et al, 2004.). Este es el caso de las nuevas demandas domésticas, mineras e industriales ubicadas de Santiago al Norte.

Ahora bien, en contraste con lo que se observa en las transacciones desde el sector agrícola hacia otros usos consuntivos, al interior del sector agrícola los ejemplos de transferencias, independientes de la tierra, entre agricultores con explotaciones intensivas, son muy escasos. Por ejemplo, los análisis realizados en el valle del Elqui muestran que el total de las transferencias ha comprometido menos del 3% de los derechos, de los cuales un 90% correspondían a derechos sin uso o utilizados solo marginalmente (Hearne y Easter, 1995). Como resultado de lo anterior, se puede concluir que, contrariamente a lo previsto por sus inspiradores, el interés en transferir excedentes mediante el mercado no ha sido un mecanismo inductor de una mayor eficiencia en el uso del agua en el sector agrícola, siendo en cambio muy importante en este aspecto las garantías dadas a la propiedad.

Las principales causas que explican esta baja actividad del mercado en muchas zonas son : la ausencia de una escasez efectiva de recursos hídricos y/o la existencia de fuentes alternativas (aguas subterráneas); los altos costos de transacción, debido principalmente a la rigidez de la infraestructura de distribución; y la incertidumbre hidrológica asociada a los derechos de agua, lo cual conduce a que los usuarios consideren el exceso de disponibilidad como una forma de seguro para los períodos de sequía. (Peña, en Donoso et al, 2004).

Existen también obstáculos de tipo legal-administrativo (Donoso, 2004): El sistema de registro de inscripción y actualización de los títulos de dominio es disperso y mal coordinado, los derechos están expresados en diferentes unidades, lo que lleva a incertidumbre de su real equivalente en agua, las transacciones se ven complicadas por el principio jurídico universal de que no se debe dañar a terceros, y el traslado de los derechos de aprovechamiento conlleva a problemas de afiliación y desafiliación a distintas Asociaciones de Canalistas.

En todo caso, existe consenso que la escasez relativa es sin lugar a dudas el principal factor que motiva el funcionamiento del mercado. Cuando el agua es escasa los incentivos generados para lograr que el mercado funcione de manera adecuada se acentúan. La inversión en sistemas de distribución y oferta de agua adecuados también se ve mejor

justificada cuando el agua es escasa y por tanto sus beneficios marginales son altos. (Donoso,2004)

Con respecto a las diferencias en la escasez relativa del agua, se ha comprobado que existe una fuerte correlación entre esta y el funcionamiento de los mercados de agua en Chile (Donoso, Montero y Vicuña, 2001). En el sistema Paloma en la cuenca del río Limarí, por ejemplo, el agua es un bien escaso con un gran valor económico (especialmente para un sector agrícola emergente), lo que genera una gran competencia de los usuarios por obtenerla. Esto provoca que el mercado de agua temporal y permanente sea muy activo acotando los precios observados en las transacciones. En el río Maipo, en cambio, la oferta de agua es mayor y la demanda proveniente del sector agrícola es menor. En la primera sección del río Maipo, no están claramente identificados los potenciales compradores y vendedores de derechos de agua. El principal comprador de derechos es la Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias (EMOS, actualmente Aguas Andinas), la que ha adoptado una actitud pasiva en la compra de derechos a la espera de buenas ofertas. En el resto de las secciones del Maipo el agua es abundante debido principalmente al aporte de los flujos de retorno de aguas subutilizadas en la parte alta de la cuenca. Debido a esto el mercado de derechos de agua en esta zona es muy precario.

Por lo tanto, de los estudios realizados se puede concluir que el desempeño del mercado de los derechos de aprovechamiento de agua en Chile es variable (Donoso, 2004), en el sentido de la existencia de cuencas con muy diferentes grados de desarrollo y profundización de los mercados de derechos de aprovechamiento de aguas. Esto significa que no siempre es posible esperar que sea el mercado el que fije el valor del agua, y por tanto resulta fundamental el desarrollo de métodos de valoración que no utilicen el mercado del bien como referencia.

### **III.- Marco teórico: Medición de valor en situaciones de no mercado**

Los métodos proporcionados por el análisis económico para valorar bienes suponen la existencia de mercados en los que se pueden observar precios y cantidades, donde las personas revelan explícitamente lo que para ellas significa el acceso a sus servicios. Cuando los bienes tienen un mercado definido, es posible identificar los cambios en el comportamiento de los consumidores y valorarlos directamente a través de cambios en los excedentes. Sin embargo, en los casos en que este mercado no está presente, se deben utilizar métodos que permitan capturar la valoración que las personas tienen de los bienes sin usar el mercado del atributo o recurso ambiental. Es así, como nacen nuevos métodos de valoración, pensados especialmente para bienes cuyo valor no se manifiesta explícitamente en un mercado.

La principal distinción entre los métodos para valorar cambios en los bienes sin mercado esta basada en la fuente de los datos (Mitchell and Carson 1989, 74-87). Los datos pueden venir ya sea de observaciones de gente actuando en el mundo real, donde deben vivir con las consecuencias de sus elecciones, o de respuestas de la gente a preguntas hipotéticas de la forma ¿Qué haría Ud. si...? ó ¿cuánto estaría Ud. dispuesto a pagar por...?. Freeman (1993) distingue entre métodos “observados” y métodos “hipotéticos”, pero ha llegado a ser más común referirse a ellos como métodos de *preferencias reveladas* y métodos de *preferencias declaradas* (Freeman, 2003).

Los métodos de preferencias reveladas, también denominados métodos indirectos se basan en el estudio de mercados reales de bienes relacionados con el bien en estudio. Las relaciones que se establecen en las funciones de producción, pueden ser de dos tipos (Azqueta, 2002):

- Relaciones de complementariedad: Se establecen cuando el disfrute del bien, o de sus servicios, requiere o se ve potenciado por el consumo de bienes privados. Por ejemplo, para disfrutar de la observación de las tortugas galápagos en su medio natural, se necesita un pasaje aéreo o marítimo. El

método de los precios hedónicos y el método del costo de viaje se apoyan en este tipo de relaciones.

- Relaciones de sustituibilidad, que aparecen cuando el bien estudiado entra en una función de producción de bienes y servicios, o de utilidad, junto con otros insumos que pueden ser adquiridos en el mercado, y que podrían reemplazarlos en estas funciones. Por ejemplo: el agua que proporciona un río con una determinada calidad, y que utiliza una empresa de abastecimiento urbano, puede ser tratada con una serie de técnicas de depuración (que tienen un costo que viene dado, al menos parcialmente, por el mercado), cuando por las razones que sean su calidad se deteriora. El método de los costos de reposición, y los métodos basados en la función de producción, se basan en este tipo de relaciones.

Los métodos de preferencias declaradas, o directos, pueden aplicarse en situaciones en que estas relaciones (de complementariedad o de sustituibilidad; en la producción o en el consumo) no existen, y por tanto la persona no “revela” en su comportamiento con respecto al bien privado el valor que implícitamente le otorga al bien en estudio. En este caso la única alternativa es aplicar un método directo de valoración.

Los métodos directos, o de preferencias declaradas, intentan valorar un recurso obteniendo información de los demandantes aunque no exista un mercado formal. Es decir, no utilizan información de transacciones efectivas en mercados relacionados, como los métodos indirectos. Se basan en información hipotética, revelada por personas y obtenida a través de encuestas o experimentos. Esta es justamente su principal ventaja, ya que al no requerir información de transacciones efectuadas en el mercado, es aplicable a una amplia gama de casos, cubriendo en particular dos áreas en las que los métodos indirectos resultan de poca ayuda (Azqueta, 2002):



- El descubrimiento de los valores de no uso.
- El descubrimiento de valores basados en el reconocimiento explícito de un derecho previo sobre el activo natural objeto de valoración.

### **3.1.- Métodos de preferencias reveladas**

#### **3.1.1.- Método basado en los costos de Inversión**

El costo de obtención del agua de riego procedente de una obra pública puede calcularse empleando el análisis de inversiones (Caballer, 1998).

En efecto, la construcción de una obra pública lleva consigo unos pagos iniciales según el presupuesto de obra más los gastos complementarios correspondientes (proyectos, licencias, etc.). Estos pagos se corresponden con el pago del año cero o costo de la inversión.

Por otra parte cuando la obra está en funcionamiento incurre en unos pagos por mantenimiento de las instalaciones de la presa y genera cobros por efectos del riego.

Los criterios de viabilidad de inversiones (VAN, TIR y tasa de recuperación) permiten calcular el costo por metro cúbico de agua de riego, bajo diversas hipótesis.

Partiendo de la expresión del Valor Actual Neto (VAN)

$$VAN = -A + \sum_{i=1}^n Q_i / (1+k)^i \quad (3.1)$$

Donde:

A = desembolso o pago inicial en el año cero

Qi = flujo de caja en el año i

K = costo de capital o tipo de actualización

A su vez, Qi se desglosa en:

$$Q_i = C_i - P_i \quad (3.2)$$

Donde :

Ci = Cobros en el año i

Pi = Pagos en el año i

Los cobros proceden del uso del agua para riego ( Y en caso de una represa multipropósito pueden existir también cobros por energía eléctrica)

$$C_i = p_i \cdot x_i + p'_i \cdot x'_i \quad (3.3)$$

Donde :

pi = precio de la energía en el año i, en \$/kwh

xi = número de kwh producidos en el año i

p'i = precio del agua en el año i en \$/m3

x'i = cantidad de metros cúbicos de agua vendida en el año i

Sustituyendo la expresión (3.3) en las expresiones (3.2) y (3.1) se tiene:

$$VAN = -A + \sum_{i=0}^n \frac{[(p_i \cdot x_i + p'_i \cdot x'_i) - P_i]}{(1+k)^i} \quad (3.4)$$

Suponiendo conocidos y constantes todos los términos de la expresión (3.4) en las expresiones podemos calcular el precio o costo del agua de riego, tal como:

$$VAN = -A + [(p \cdot x + p' \cdot x') - P] / \left[ k \cdot (1 + k)^n \right] \quad (3.5)$$

De donde igualando a cero y despejando p' se tiene:

$$A + (P - p \cdot x) \cdot \left[ (1 + k)^n - 1 \right] / \left[ k \cdot (1 + k)^n \right] = (p' \cdot x') \cdot \left[ (1 + k)^n - 1 \right] / \left[ k \cdot (1 + k)^n \right] \quad (3.6)$$

El valor obtenido para p' desde esta ecuación sería el precio mínimo del agua para que la inversión resulte rentable.

### **3.1.2.- Método en función de la productividad.**

Mientras que el precio obtenido por el método de coste del agua puede ser considerado como un valor mínimo en el sentido de que debería ser el precio fijado para el agricultor en un entorno de neutralidad (sin subvenciones) y sin ningún beneficio empresarial, se pueden asignar otros valores al agua cuyo sentido es el de valor máximo. Este es el caso del valor obtenido como coste marginal, que puede ser considerado como un valor máximo dado que representa el desembolso máximo que puede realizar la empresa agraria sin que le genere pérdidas (Caballer, 1998).

Para calcular dicho valor, se parte de una función de beneficios tal como:

$$B = I - C \quad (3.1)$$

donde:

B = beneficio empresarial

I = ingreso total

C= coste total

Por otra parte:

$$I = p * q \quad (3.2)$$

donde:

$p$  = precio de la cosecha obtenida

$q$ =producción (cosecha)

Por otra parte,  $q$  se puede expresar como una función de producción que depende de varios factores o inputs (mano de obra, agua, abono, insecticida, maquinaria, etc...).

Esta función se puede formular algebraicamente como:

$$q = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (3.3)$$

donde:

$q$  = producción

$f$  = función de producción

$x_1, x_2, \dots, x_n$  = factores de la producción

sustituyendo (3.3) en (3.2) se tiene

$$I = p * q = p * f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (3.4)$$

Asimismo, el coste total puede formularse como la suma de los precios de los factores por la dosis de los mismos, más el coste fijo.

Es decir:

$$C = r_1 * x_1 + r_2 * x_2 + \dots + r_n * x_n + K \quad (3.5)$$

donde:

$r_i$  = precio del factor  $i$

$x_i$  = dosis del factor  $i$

$K$  = coste fijo

Sustituyendo las ecuaciones (3.4) y (3.5) en ( 3.1), se tiene :

$$B = p * f(x_1, x_2, \dots, x_n) - (r_1 * x_1 + r_2 * x_2 + \dots + r_n * x_n + K) \quad (3.6)$$

El beneficio máximo se obtiene cuando se cumple la condición de que:

$$\partial B = 0 \quad (3.7)$$

luego:

$$\frac{\partial B}{\partial x_i} = 0 \Rightarrow p \cdot \frac{\partial f}{\partial x_i} - r_i = 0$$

De donde se deduce que:

$$r_i = p \cdot \frac{\partial f}{\partial x_i} \quad (3.8)$$

Para el caso concreto del factor de la producción agua de riego, obtenemos que el precio del agua es igual al resultado de multiplicar el precio de la cosecha por la productividad marginal del agua en este cultivo (ingreso marginal).

Por lo tanto, el ingreso marginal será el tope máximo que cualquier empresario agrario estará dispuesto a pagar por la utilización del agua de riego y que dependerá de la dosis de riego, del tipo de cultivo, de la localización espacial, etc., dando lugar a diferentes valores de ingreso marginal en función de estas variables.

La ecuación (3.8) se ha obtenido asumiendo algunas hipótesis simplificativas tanto en la estructura de los costes como en la función de producción (Ballester, E., 1991).

Así, por ejemplo, la productividad marginal (y, por lo tanto el ingreso marginal) que proporciona un riego en caso de sequía extrema es mayor que la productividad marginal de un riego intermedio. Análogamente, el ingreso marginal de una dosis de riego para un cultivo con unas expectativas de precios altos, será mucho mayor que para otro cultivo con expectativas de precios más bajos.

La metodología actual de valoración empleada para proyectos de riego en Chile, se basa en el método de la productividad, al medir la rentabilidad privada (y la social) de un proyecto de riego, como la diferencia entre los costos de inversión y operación (en valor presente) y los incrementos de productividad para los agricultores (también en valor presente). A continuación se presenta un detalle de la metodología actual, denominada método del presupuesto.

#### 3.1.2.1.- El método del presupuesto

Esta metodología se basa en el hecho de que si bien el proyecto de riego tiene por objeto incrementar la disponibilidad y/o seguridad de agua cruda para riego, su objetivo final es incrementar *el valor neto de la producción agrícola* asociada a la superficie beneficiada con el proyecto de riego. Ello en virtud de que el agua constituye un insumo fundamental de la función de producción agrícola, por lo que el beneficio marginal del agua cruda está dada por el valor neto de la producción agrícola adicional que genera su mayor disponibilidad.

En otros términos, a través del mercado de productos agrícolas, se estima una demanda por agua cruda correspondiente a la *máxima disposición a pagar* de los agricultores por volúmenes adicionales de agua cruda (o mayor seguridad de riego), equivalente al valor marginal neto de la producción agrícola provocada por esa mayor disponibilidad de agua. Esto, bajo el supuesto de que

no existen fuentes alternativas de un costo menor a ese valor marginal neto agrícola.<sup>6</sup>

La fuerza de este método radica en la existencia de mercados de productos agrícolas desarrollados y con un elevado grado de competitividad, dada la atomización de los mercados internos y su carácter de bienes transables.

La metodología propiamente tal consiste en definir para un horizonte de análisis dado, los beneficios (Valor Social de la Producción, (VSP)) y costos de la producción agrícola para las situaciones sin proyecto y con proyecto y calcular los flujos diferenciales, los que corresponden al incremento del excedente de la producción agrícola debido al proyecto.

Como se ve, esta metodología representa la más pura y directa aplicación de la metodología de evaluación de proyectos que permite definir los flujos relevantes del proyecto, según se ejemplifica a través de los beneficios diferenciales de las situaciones sin y con proyecto.

Si bien desde el punto de vista conceptual el método del presupuesto es sólido, los problemas surgen en su aplicación. En efecto, para estimar los flujos de beneficios netos de la producción agrícola, tanto en la situación sin proyecto como en la situación con proyecto, se requiere definir la estructura de cultivos que se sembrará y cosechará en los terrenos de interés.

Para la situación sin proyecto la dificultad puede ser subsanada con un buen trabajo de terreno, ya que es posible conocer la situación productiva actual y pasada de los agricultores beneficiarios del proyecto, estructura que no debiera variar significativamente producto de las optimizaciones de la

---

<sup>6</sup> Se aplica el principio de valoración que dice que un beneficio no puede exceder el mínimo costo de obtener igual beneficio por un medio alternativo. La disposición a pagar de los agricultores por agua adicional no puede ser mayor que el costo de obtener dicha agua desde una fuente alternativa.

situación actual, lo cual permite proyectar sin dificultades mayores a las propias de cualquier tipo de proyección.

El problema surge en la situación con proyecto, por cuanto lo que el Gobierno (inversor tradicional en esta área) o el privado que invierte espera con la realización del proyecto es justamente provocar un cambio de la estructura de cultivos hacia cultivos de mayor rentabilidad junto con incrementar la superficie cultivada, es decir, aumentar el valor del excedente de la producción agrícola. Por tanto, la situación con proyecto requiere proyectar la nueva estructura de cultivos que se produciría en ella. En esta tarea surgen dos dificultades no menores:

a. La incorporación de los agricultores al nuevo esquema de riego de la situación con proyecto no es instantánea, básicamente porque aún en el evento que no se les cobre por la inversión y operación del proyecto, ellos deben financiar las denominadas inversiones intraprediales requeridas para utilizar y aprovechar el agua de riego que le entrega el proyecto. Por tanto, la experiencia muestra que habrá una "curva de incorporación" en el tiempo al proyecto, con lo cual los beneficios netos se irán produciendo paulatinamente al mismo ritmo de la incorporación.

b. Una vez incorporado el agricultor al riego, el cambio hacia la estructura de cultivos buscada por los promotores del proyecto será paulatina en el tiempo. En efecto, la decisión sobre cultivos es una decisión privada de cada agricultor beneficiado y la cual depende no sólo de la disponibilidad de agua sino de la superación de las siguientes barreras para incursionar en nuevos cultivos:

- *Barrera tecnológica y de conocimiento técnico:* se requiere disponer de conocimientos técnicos respecto de su manejo y operación;



- *Barrera económica*: se requiere de inversiones adicionales y especialmente, de importante capital de trabajo ;
- *Barrera de comercialización*: implica participar en mercados desconocidos;
- *Barrera de aversión al riesgo*: todo cambio implica asumir un riesgo adicional propio de lo desconocido.

Las barreras anteriores se magnifican en el escenario típico de los proyectos de embalses de riego que son los de mayor inversión e impacto agrícola, donde una parte significativa de los agricultores beneficiarios son pequeños agricultores, con un bajo nivel de conocimiento técnico, sin recursos económicos, sin conocimientos de mercado y con una elevada aversión al riesgo.

La consecuencia de esto es que existe un elevado riesgo de estimación de los beneficios netos agrícolas de la situación con proyecto, lo que en el marco de la metodología de evaluación puede provocar errores significativos en las estimaciones de rentabilidad del proyecto.

Para aminorar esto, se recomienda la utilización del denominado "método de asimilación", consistente en ubicar una comunidad cercana de agricultores "similares" a los beneficiarios del proyecto y que disponen actualmente de un oferta de riego parecida a la que existirá en la situación con proyecto embalse. La similitud debe darse en tamaños de predios, calidad de tierras, clima (por eso debe ser cercana) , nivel socio-económico y cultural, entre otros. La tesis se basa en el hecho de que poblaciones similares responden de la misma forma ante los mismos estímulos y situaciones; por tanto, en la comunidad similar se ha logrado ubicar la situación con proyecto operando en la realidad y en función de la tesis señalada, lo más probable es que nuestros agricultores seguirán una evolución de su estructura de cultivos parecida a la seguida por la comunidad similar.

Sin embargo complica la situación, el hecho de que los precios de los productos agrícolas representan una de las variables de más difícil estimación por su comportamiento histórico no tendencial, motivado por el carácter aleatorio de la variable climática, que afecta, entre otros, a la hidrología, es decir, la disponibilidad de agua para riego, hecho que se ha visto acrecentado con la globalización de los mercados, por lo que esperar errores de estimación del nivel indicado en el ejemplo, presenta elevadas probabilidad de ocurrencia.

En síntesis, el método del presupuesto si bien es teóricamente sólido, presenta fuertes limitantes en el ámbito de su aplicación práctica, lo que ha generado un incentivo poderoso por desarrollar métodos alternativos.

### **3.1.3.- Precios hedónicos**

Otro método indirecto, el de los "Precios Hedónicos", es utilizado en el caso que el bien ambiental sea una característica o forme parte de otro bien privado que se comercializa en el mercado y varíe espacialmente. El método hedónico aprovecha la condición que tienen los individuos al cambiarse de lugar, de poder elegir libremente el bien privado con diferentes cantidades en las características medioambientales; se pueden entonces, estimar desde el precio del bien privado en el mercado, los precios implícitos de las características que el bien posee, para lo cual se modelan las características como bienes diferentes en una función de complementariedad positiva o negativa.

La teoría de "precios hedónicos", indica que el precio de un activo o bien es función directa de la cantidad de atributos que dicho activo o bien posee. La función hedónica básica es del tipo siguiente:

$$P_x = f (Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6, \dots, Z_n) \quad (3.7), \text{ donde}$$

$P_x$  = precio del bien x;

$Z_i$  = cantidad del atributo "i" que tiene el bien x.

Si se incrementa la cantidad de un atributo,  $z_3$  por ejemplo, sin variar la cantidad del resto de los atributos (ceteris paribus), el resultado esperado es el incremento del precio del bien x, ya que posee más atributos que antes y ello es valorado por el consumidor, quien incrementa su máxima disposición a pagar por dicho bien.

Dado que lo único que cambió entre ambas situaciones fue la cantidad del atributo  $z_3$ , el incremento del precio de x es atribuible íntegramente a la mayor cantidad de  $z_3$ , lo cual entrega el precio del atributo  $z_3$ , no obstante que no existe un mercado específico funcionando para dicho atributo.

Matemáticamente la derivada parcial de la función hedónica respecto del atributo que se incrementa, entrega el precio del atributo:

$$\frac{\partial P_x}{\partial z_3} = P(z_3) \quad (3.8)$$

De esta forma, los precios hedónicos constituyen una metodología útil para estimar precios de bienes que no tienen mercados funcionando normalmente, y que son atributos de otros bienes, que sí tienen mercados funcionando y, por tanto, precios de mercado.

### Aplicaciones realizadas

Ridker y Henning (1967) fueron los primeros en introducir el uso de la denominada técnica de precios hedónicos para el estudio econométrico de los determinantes del valor de mercado de los bienes raíces. Estos autores analizaron el efecto de la polución sobre el precio de mercado de las viviendas unifamiliares en un área de

Estados Unidos, además consideraron características propias de las viviendas y de los alrededores. A partir de este trabajo surgieron otros que utilizaron la metodología de precios hedónicos, aunque en forma todavía empírica, para analizar el efecto de distintas características o atributos que van atados (juntos) y se transan como un paquete en mercados de bienes altamente heterogéneos como es el caso de bienes raíces como la vivienda.

A partir del artículo de Rosen (1974), se establecen las bases teóricas más generales a las que inicialmente habían planteado Becker (1965), Lancaster (1966) y Muth (1966) para tratar las variaciones en la calidad de un bien. Rosen desarrolló las bases conceptuales del método de precios hedónicos, requisito para entender el equilibrio de mercado de este tipo de bienes. Incorpora el método dentro del marco conceptual de la teoría económica neoclásica, para el caso de un bien que se transa en el mercado con cantidades distintas en varias de sus características, es decir el conjunto de precios hedónicos implícitos de las las características a partir del precio del bien observado en el mercado; y provee las bases para los trabajos econométricos. Rosen además, dio origen a otra línea de trabajos extendiendo el estudio del efecto de las características individuales sobre los precios de mercado hasta la determinación de demandas, ofertas y precios implícitos para cada atributo (Nelson, 1978; Bender, 1980; Blomquist y Worley, 1981), y analizó la complementariedad en el consumo entre atributos (Palmquist, 1984) [4]. Sin embargo, algunos elementos y supuestos de esta segunda etapa fueron cuestionados (Brown, 1982; Maler, 1977; Freeman, 1979). Estos cuestionamientos se centraron en dos aspectos: (i) si existe o no equilibrio en el mercado estudiado y (ii) si es válido el supuesto que las funciones de precios y las de licitación y de oferta derivadas son continuas (Palmquist, 1991).

Entre los problemas que se le señalan a este método tenemos:

- Requiere información muy precisa
- Exige un mercado activo de bien, en este caso de la tierra agrícola. Esto requiere disponer de precios de la tierra confiables para el área de influencia del proyecto, con

diferentes niveles de riego y seguridad de riego y libres de edificaciones, plantaciones y mejoras.

- Supone que las preferencias de la población no cambian en el tiempo
- Complejo tratamiento econométrico (estudios caros).

Si se aplica este concepto al caso que interesa, proyectos de riego agrícola, se observa que aun cuando el mercado de los derechos de aprovechamiento de aguas no funcione, sí funciona el mercado del bien "tierra agrícola" y, por tanto, se dispone de precios de hectáreas de terreno agrícola para diferentes combinaciones de atributos.

Entre otros atributos del bien "tierra agrícola", se pueden señalar:

- la calidad del suelo en términos de capacidad productiva;
- aptitud del suelo en términos del riego;
- localización en función de la red vial;
- tamaño del predio;
- condiciones climáticas de la zona;
- infraestructura de riego intrapredial;
- construcciones;
- inversión en plantaciones de largo plazo como frutales;
- clima;
- disponibilidad y seguridad de agua para riego.

Estos diferentes atributos explican el hecho de que el precio por hectárea de tierra en diferentes zonas del país y dentro de una misma zona varíe, no existiendo el bien "tierra agrícola", sino diversos bienes "tierra agrícola", a cada uno de los cuales el mercado le asocia un precio diferente.

Los proyectos de riego buscan modificar solamente el atributo disponibilidad y/o seguridad de agua para riego.

Por lo tanto, el resultado esperado es que en la situación con proyecto se produzca un incremento en el precio de las diferentes hectáreas de tierra beneficiadas por el proyecto, motivado por la mayor disponibilidad y/o seguridad del atributo "agua para riego agrícola". En estas circunstancias, el incremento de valores de mercado de la tierra dividido por el volumen de agua adicional en la situación con proyecto, representa el precio del agua y, por tanto, los beneficios marginales de disponer de más agua.

### **3.2.- Métodos de preferencias declaradas**

Bajo el nombre de preferencias declaradas, se agrupan una variedad de métodos que tienen en común su fuente de datos para el análisis: respuestas de los individuos a preguntas acerca de situaciones hipotéticas tales como: ¿pagaría Ud. X por...?, ¿qué es lo máximo que Ud. estaría dispuesto a pagar por...?, ¿qué haría Ud. si....? o ¿cuál de las siguientes alternativas preferiría Ud.?

Dependiendo del tipo de preguntas, los métodos de preferencias declaradas pueden clasificarse en tres amplios grupos (Freeman, 2003 ):

- Valoración contingente: Involucra preguntas que indagan directamente acerca de valores monetarios para un commodity específico o cambio ambiental.

Los dos métodos siguientes, no revelan medidas monetarias directamente. Ellos requieren de un modelo analítico para derivar medidas de bienestar de las respuestas a las preguntas

- Ordenación contingente (Stated choice Questions): A los entrevistados se les entrega un set de alternativas hipotéticas, cada uno de los cuales describe un conjunto diferente de atributos ambientales. Se les pide elegir la alternativa preferida, ordenar las alternativas según su preferencia o tasarlas en alguna escala. Estas respuestas pueden ser luego analizadas para determinar la tasa marginal de sustitución entre cualquier par de atributos que diferencian las alternativas. Si una de las otras características tiene un valor monetario es posible calcular la disposición a pagar por el atributo.
- Comportamiento Contingente: En este caso los individuos deben indicar como cambiarían el nivel de alguna actividad en respuesta a un cambio en un bien ambiental. Si la actividad puede ser interpretada en el contexto de algún modelo de comportamiento, por ejemplo un modelo de comportamiento preventivo (gastos defensivos o daño evitado) o un modelo de demanda de costos de viaje recreacional, el método de valoración indirecto apropiado puede ser usado para obtener una medida de disposición a pagar.

### **3.2.1 Método de Valoración contingente (MVC)**

Este método fue desarrollado a principios de la década de 1960 por el economista Robert K. Davis, que aplicó esta técnica en su tesis doctoral para la Universidad de Harvard (Riera, 1994). Davis necesitaba estimar los beneficios de la recreación al aire libre en los bosques de Maine, pero no quería usar el método directo pues conocía la actitud hacia la vida salvaje de los granjeros a quienes debía encuestar y pensaba que la información obtenida de ellos no sería fidedigna. Por esta razón desarrolló un sistema en que el encuestador subastaba distintos escenarios hasta que el encuestado le compraba, fijándose de esa manera el monto en que se valora el proyecto que permite cambiar de escenario.

Después de su creación, el método ha sido validado por su uso en distintas situaciones, algunas tan importantes como el derrame de petróleo en las costas de Alaska del Exxon Valdez ocurrido el 24 de Marzo de 1989. más aún, en 1979, el Water Resource Council de los EEUU. Recomendó el uso de este método para valorar beneficios en inversiones públicas, y en 1986 en el CERCLA se le reconoció como un método apropiado para medir beneficios (y daños) consolidando así su respetabilidad. (Haab y Mc Conell, 2002).

Este método intenta averiguar en forma directa, por medio de encuestas, la valoración que otorgan las personas a los cambios en el nivel de bienestar, asociados a una modificación en las condiciones de oferta de un bien ambiental, y ha sido ampliamente utilizado para cuantificar monetariamente beneficios y daños ambientales ( Mitchell y Carson, 1989; Azqueta, 1994; Hoevenagel, 1994; Melo y Donoso, 1995; Carson et al, 1997; Shackley y Dixon , 2000)

### **3.2.2. Fundamentos económicos del MVC**

La base del método es que la variación compensada y/o la variación equivalente son buenas medidas del cambio en el bienestar de los individuos. El objetivo es medir los impactos de un proyecto por medio de un proceso cuidadoso de encuestas a los beneficiarios, a través de un cuestionario.

Tanto la metodología de Precios Hedónicos como la de Valoración Contingente, tienen como base teórica, la variación equivalente y la variación compensadora, cuyas definiciones se presentan a continuación.

En la situación con proyecto los beneficiarios aumentan su bienestar por poder consumir un nuevo bien, o por consumir lo que antes consumían a precios menores, ó ambos, con lo cual ceteris paribus el nivel de utilidad individual debería aumentar, entonces:

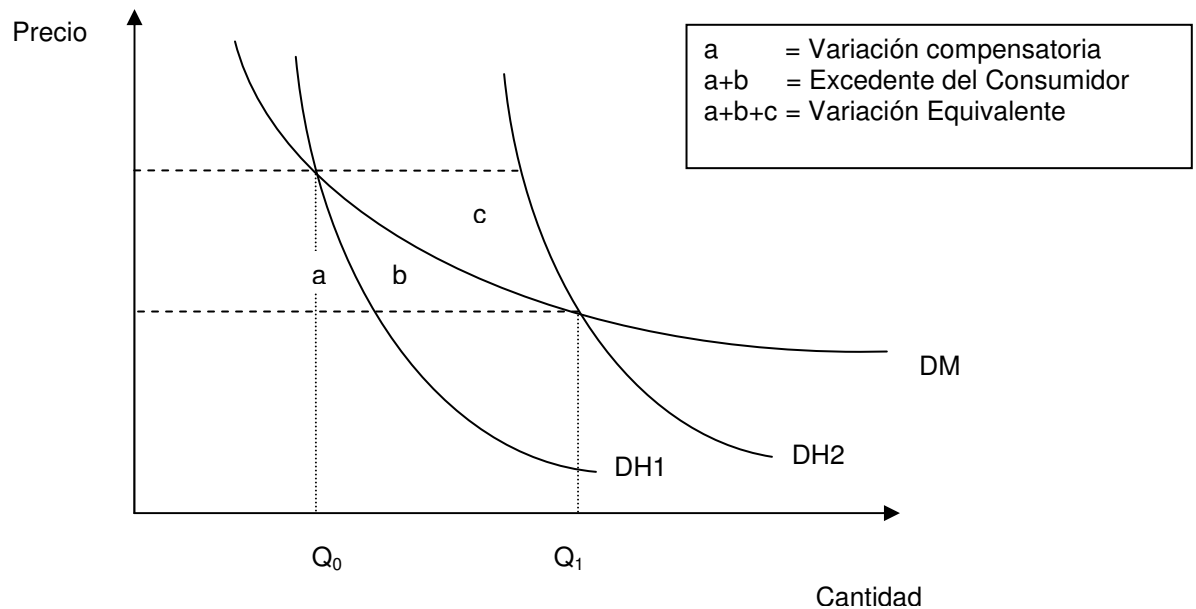


**La Variación compensada (VC)** del Ingreso se define como la cantidad que habría que restar al ingreso del beneficiario, para que en la situación con proyecto, su nivel de utilidad fuera el mismo que tenía en la situación sin proyecto.

**La Variación Equivalente del Ingreso (VE)** se define como: la cantidad que habría que agregar al ingreso del beneficiario, para que en la situación sin proyecto su nivel de utilidad aumentara al que tendría en la situación con proyecto.

Se demuestra que con la metodología tradicional de medición de beneficios sociales, que nos permite valorar (al analizar por agentes) la variación del excedente del consumidor, no es más que una aproximación a la Variación Compensadora y la Variación Equivalente, más aún, la Variación del Excedente del Consumidor esta comprendida entre la Variación Compensada y la Variación Equivalente

#### Gráfico



DH: Demanda hicksiana  
DM: Demanda marshalliana

### **3.2.3 Descripción del MVC**

El MVC usa encuestas para obtener de las personas sus preferencias por bienes públicos, reflejadas en la cantidad de dinero que ellas estarían dispuestas a pagar por determinadas mejoras en esos bienes, o en su defecto, cual sería su disposición a aceptar frente a un deterioro del bien público.

Según Mitchell y Carson (1989) la encuesta consiste de tres grandes partes:

- Primera parte:

Corresponde a una descripción detallada del bien a valorar y de las circunstancias hipotéticas bajo las que se encontraría el encuestado (construcción del mercado hipotético). El investigador construye un modelo de mercado suficientemente detallado y tan real como sea posible. Este modelo le será entregado al encuestado en forma de escenario que es leído por el encuestador. Pueden mostrarse fotografías para mejorar la comprensión del encuestado.

- Segunda parte:

Son las preguntas para obtener la disposición a pagar (DAP) del encuestado por el bien. Estas preguntas están diseñadas para facilitar el proceso de valoración sin introducir sesgos en las respuestas del encuestado.

- Tercera parte:

Está conformada por las preguntas sobre características del encuestado (edad, sexo, ingreso, etc.), sus preferencias sobre el bien y el uso que harían del bien.

Esta información se usa en ecuaciones de regresiones para estimar los elementos significativos en la valorización del bien.

Existen distintas formas de presentar las preguntas para obtener la disposición a pagar del entrevistado:

- Formato abierto

En este caso se pide a los entrevistados revelar un número más que responder a un número ofrecido por el entrevistador. Son preguntas del tipo : ¿cuánto vale para Ud...?, ¿cuánto pagaría por...?. Los datos obtenidos por esta vía son los más simples de interpretar, sin embargo el problema es que confronta al entrevistado con un problema que no es familiar, y por tanto la tasa de no-respuesta o la cantidad de respuestas en rangos implausibles, suele ser alta. (Freeman, 2003).

- Formato subasta.

Para obtener la cifra anterior se utiliza una técnica que consiste en que el entrevistador adelanta una cifra, y pregunta al entrevistado si estaría dispuesto a pagar esa cifra o no. Si la respuesta es positiva, la cifra original se eleva en una cantidad predeterminada, y si es negativa se reduce hasta que el entrevistado finalmente se queda con una cantidad. Cuando los investigadores han testeado los efectos de diferentes puntos de partida han encontrado que este influye en el resultado. Esto se conoce como sesgo del punto de partida.(Whitehead, 2002).

- Formato binario o dicotómico. (Referéndum)

Una tercera alternativa, que goza de creciente aceptación, consiste en plantear la pregunta sobre la disposición a pagar por un cambio no de

forma abierta, sino binaria: *¿pagaría Ud. tanto por...?, ¿si o no?*. El procedimiento es sencillo de explicar, pero más complejo de implementar. Seleccionada una muestra representativa de la población, se subdivide en grupos igualmente representativos, y se les hace la pregunta mencionada, a cada uno de ellos con una cantidad diferente. De las respuestas obtenidas se puede extraer, analizando la frecuencia de respuestas positivas y negativas para cada precio, y mediante una transformación logit, por ejemplo, la estimación econométrica correspondiente de la disposición a pagar de la población por el cambio analizado (su curva de demanda implícita). Se suele argumentar a favor de esta alternativa que, al fin y al cabo, se enfrenta a la persona con el mismo tipo de decisiones que toma cotidianamente en casi todos los mercados: se compra a ese precio o no se compra. Conviene recordar, en cualquier caso, que el tamaño muestral necesario para que los resultados sean significativos es mayor (lo que encarece el proceso), que se presentan problemas de la necesidad de escoger correctamente los “precios” sometidos a consideración; y que el formato binario requiere una especificación previa de la estructura de las funciones de demanda, para poder llevar a cabo correctamente la estimación correspondiente, que lo hace vulnerable a los posibles errores cometidos en dicha especificación.

#### **3.2.4 Problemas de la valoración contingente.**

Los problemas más serios de la valoración contingente se derivan básicamente de la posibilidad de que la respuesta del entrevistado no refleje la verdadera valoración que le confiere al recurso analizado. Existen posibles sesgos en las respuestas, que podrían impedir que emergiera la verdadera disposición a pagar. (Mitchell y Carson, 1989; Pearce y Turner, 1990; Azqueta, 2002; Perman et al., 1999). Los principales son:

- Sesgo del Punto de Partida.

Este sesgo aparece en el formato de subasta cuando la cantidad inicialmente sugerida condiciona la respuesta final. La persona entrega una respuesta cercana, ya sea por querer acortar la entrevista o porque considera que al ser sugerida por el entrevistador, debe ser una respuesta razonable. Se observa que al comenzar con valores bajos se obtienen resultados finales mucho más bajos que al iniciar la pregunta con un valor alto. Para solucionar este sesgo se utiliza el formato dicotómico.

- Sesgo del medio de pago.

Ocurre que las personas no son indiferentes entre los distintos medios de pago, y el medio ofrecido en el cuestionario puede condicionar la valoración del bien en estudio. La disposición a pagar por el mantenimiento de un determinado parque podría ser distinta cuando se solicita una contribución para un fondo de conservación que cuando se plantea cobrar a la entrada del mismo. Este sesgo sería solucionable realizando una pre-encuesta para encontrar la forma de pago más adecuada a cada encuestado.

- Sesgo del entrevistador o sesgo de complacencia.

En el caso de las entrevistas realizadas en forma directa, el encuestado puede tender a aumentar su disposición a pagar para quedar bien ante los ojos del entrevistador, por simpatía con la organización promotora de la medida o por no aparecer como poco consciente del problema.

- Sesgo del orden.

Este sesgo aparece cuando se valoran simultáneamente varios bienes y la valoración de ellos depende del puesto que ocupa en la secuencia de presentación: en concreto la disposición a pagar es mayor en la medida que aparece antes en la entrevista.

- Sesgo de la información.

Es relevante que la persona entrevistada este informada sobre el cambio propuesto y lo que significará para ella. La persona, al responder no sabe si con la cantidad que ella ha indicado el proyecto es factible de llevarse a cabo. Puede que por un tema de costos, no lo sea, y si la persona lo supiera podría estar dispuesta a aumentar su disposición a pagar. Si esto ocurre, la respuesta original está sesgada por una carencia de información. Para solucionar esto deben diseñarse cuestionarios en los que sea posible volver sobre aspectos cruciales y se invite a la persona a modificar sus respuestas de acuerdo a nueva información entregada por el entrevistador.

- Sesgo de la hipótesis.

Dado el carácter hipotético de la situación planteada, es posible que el entrevistado no tenga incentivos para entregar una respuesta correcta, ya que equivocarse no tiene consecuencias aparentes. Esto puede solucionarse haciéndole ver que de su respuesta depende la decisión que se tomará. Sin embargo esto podría originar el surgimiento del más problemático de los sesgos, que se analiza a continuación.

- Sesgo estratégico

Aparece cuando la persona cree que con su respuesta puede influir en la decisión final sobre la propuesta sometida a su consideración de forma

de salir favorecida, por ejemplo sobrestimando la disposición a pagar si piensan que de ello dependerá el que se les entregue el bien, o subestimándola si piensan que de ello dependerá a tarifa a cobrar por el bien. Este problema fue descrito por Paul Samuelson (1954) en un influyente artículo corto publicado en *The Review of Economics and Statistics*. En él, Samuelson sostenía que al valorar un bien público- del que no se puede excluir del consumo a los que no pagan-, las personas entrevistadas podían esforzarse en aplicar una determinada estrategia para expresar un precio distinto del que realmente creen, y obtener así una respuesta hipotética, cosa que no sería posible en bienes privados con mercado real. Frente a este problema, adquiere gran importancia el hecho de que el formato dicotómico al ser incentivo- compatible, se encuentre libre de este sesgo.

Entre los problemas que se le señalan a este método, adicionales a los sesgos ya comentados:

- Posible comportamiento estratégico de los encuestados: tenderán a subdeclarar su disposición a pagar si piensan que la encuesta es para determinar contribuciones o cuotas a pagar por los beneficiarios, tenderán a sobre valorar su disposición a pagar si creen que la autoridad les entregará gratis el bien.
- Los estudios de valoración contingente requieren muestras representativas, en muchos casos a nivel de todo el país, por lo tanto los estudios son caros.
- El entrevistador puede influenciar y sesgar los resultados, dependiendo del énfasis con que describa la situación (hipotética) con proyecto.

### 3.1.4. Recomendaciones del NOAA Panel<sup>7</sup> para la Valoración mediante Encuestas<sup>8</sup>

Luego del desastre del Exxon Valdez en 1989, el NOAA organizó un grupo llamado el "Blue Ribbon Panel", que se ocupó de estudiar la validez del MVC para estimar valor de uso pasivo. Si bien no lograron ese cometido, hicieron las recomendaciones que se presentan a continuación.

Las siguientes recomendaciones han sido obtenidas de las mejores encuestas de MVC. No todos los puntos son relevantes para todas las encuestas usadas en el MVC, pero de todos modos es importante tenerlas en mente.

1. *Diseño Moderado*: Se ha visto que encuestas en que el diseño es ambiguo tienen tendencia a arrojar como resultado el menor valor de la DAP (disposición a pagar) encontrado. Si la encuesta tiene un diseño moderado y coherente mejora la calidad de la información obtenida.
2. *Elección de Pregunta*: Se debe preguntar la DAP antes que la DAA (disposición a aceptar) por ser la primera la opción menos extrema.
3. *Formato de Pregunta*: La pregunta de la DAP debe tener forma de referéndum (formato binario)
4. *Descripción Detallada del Programa o Política*: Se debe entregar información adecuada sobre el bien a valorar. Se debe plantear de manera que se vea la sensibilidad a daños.
5. *Prueba de Fotografías*: El efecto de las fotografías sobre el encuestado debe ser analizado.

---

<sup>7</sup> NOAA es la sigla de National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce.

<sup>8</sup> *Federal Register*, 58 (10), 4601-4 January 15, 1993.



6. *Recordar Bienes Sustitutos*: El encuestador debe recordar los bienes sustitutos al bien a valorar, de manera de que el encuestado tenga en mente una situación alternativa.

7. *Lapsos de Tiempo Adecuados*: El estudio debe realizarse en un momento en que el tema en cuestión no sea algo polémico.

8. *Promediar el Tiempo*: Es preferible realizar las encuestas en distintos momentos del tiempo, para evitar tendencias temporales.

9. *Opción "No Contesta"*: En la pregunta de la DAP debe existir la opción "No Contesta" junto a "Si" y "No", que de ser respondida debe llevar a una explicación de las razones del encuestado para tomar dicha opción. Dentro de las explicaciones se debe incluir: (i) indiferencia entre votar si o no, (ii) falta de tiempo o información, (iii) preferencia por otro mecanismo para tomar la decisión y (iv) aburrido con la encuesta y ansioso por terminarla. Estudios demuestran que la opción "no contesta", se asocia más a la respuesta de NO.

10. *Seguimientos a Si/No*: Ambas opciones deben tener una explicación en forma de la pregunta "¿Por qué eligió Si/No?" con distintas alternativas de respuesta.

11. *Tabulación Cruzada*: La encuesta debe incluir una serie de otras preguntas que ayuden a interpretar las respuestas principales de valoración.

12. *Revisar Comprensión y Aceptación*: Las recomendaciones anteriores deben satisfacerse sin hacer que la encuesta se vuelva muy compleja o aburrida.

Es importante destacar que algunas de estas sugerencias han sido criticadas por Glenn W. Harrison, 2001 en su paper: "*Contingent Valuation Meets the Experts: A Critique of the NOAA Panel Report*". Si bien la crítica es bastante fuerte y sugiere que este reporte sea ignorado, se refiere principalmente a la actitud "conservativa", entendida como sinónimo de "moderada", que sugiere el NO AA al hacer una valoración usando el MVC, y no resta validez a la mayoría de los puntos que aportan a la correcta ejecución de dicho método, si se aplican con sabiduría.

### **3.3.- Conclusiones del análisis teórico**

Se han presentado los métodos más importantes que existen para determinar el valor de un bien que no tiene mercado.

Todos ellos presentan algunas limitaciones; el método de la productividad, actualmente en uso en Chile para la valoración de proyectos de riego, requiere de una gran cantidad de supuestos acerca de las estructuras de cultivo y los mercados de productos agrícolas para un horizonte extendido. El método de los precios hedónicos requiere contar con un mercado de la tierra funcionando adecuadamente e información acerca de los precios confiable; y el método de valoración contingente requiere de una cuidadosa aplicación para evitar sesgos en las respuestas.

A continuación se desarrollan metodologías de valoración del agua de riego basadas en los siguientes métodos:

- Transacciones efectivas en el mercado de derechos de aguas.
- Método de valoración contingente, que tiene la ventaja de poder aplicarse siempre, pues no requiere de un mercado sustituto o complementario funcionando,

- Método de precios hedónicos, que presenta más independencia del evaluador que el anterior, pues se basa en mercados reales.

En cada caso se presentan los modelos básicos existentes, aplicables al caso en estudio y una descripción del plan de trabajo y principales actividades que deben realizarse para llevar adelante una aplicación a un caso concreto.

#### **IV.- Diseño Metodología de cálculo del valor del agua de riego a través del mercado de derechos de agua.**

Este diseño metodológico se ha basado en la metodología que utiliza la Superintendencia de Servicios Sanitarios para calcular el valor del agua cruda- nombre utilizado para diferenciarla del agua potable- que se usa en el proceso de tarificación de las empresas sanitarias.

##### **4.1.- Aspectos generales**

La valorización del agua consistirá en la determinación del valor de los derechos de aprovechamiento de agua. Este cálculo se realizará cumpliendo el siguiente procedimiento:

- a) Se calculará un valor único del l/s para cada fuente de abastecimiento de agua cruda que se considere,
- b) Dicho valor se determinará en base a una metodología basada en información de las transacciones efectivas de derechos de agua;

##### **4.2.- Definición de mercados de agua**

Para la delimitación de las fuentes de abastecimiento de agua, se ocupará la información oficial de la DGA.

Solamente se calculará el valor del agua en aquellas fuentes que no haya posibilidad de obtener nuevos derechos de agua, por la vía de solicitarlos a la DGA. Para el caso contrario, el valor del agua será igual a cero.

##### **4.2.1.- Aguas superficiales**

El mercado de los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales estará definido por las transacciones de derechos de aguas en una misma fuente. Si la fuente corresponde a un río seccionado de acuerdo con las normas del Código de Aguas, se considerará que cada

sección corresponde a un mercado de aguas diferente, calculándose el valor del agua a este nivel.

Los precios de los derechos de agua deben estar expresados en caudales (litros/segundo). Para el caso de fuentes donde exista una junta de vigilancia, se determinará también el valor de la acción u otra unidad indicada en los documentos de la junta de vigilancia de dicha fuente.

#### **4.2.2.- Aguas subterráneas**

El mercado de los derechos de aguas subterráneas estará definido por las transacciones efectuadas dentro de un mismo acuífero, en el cual no sea posible constituir nuevos derechos de aprovechamiento en consonancia con lo dispuesto en el capítulo de capacidad de fuentes. En el caso que un acuífero no esté claramente delimitado por la DGA, se recurrirá a las transacciones ocurridas dentro de la comuna, o si éstas son inferiores a 20, la de comunas adyacentes, de similares características.

#### **4.3.- Método de valor de las transacciones**

Este método consiste en estimar el precio del agua que se extrae de una fuente, a partir de la información obtenida de transacciones reales de derechos de agua consuntivos, permanentes y continuos en dicha fuente.

Esta metodología se aplicará para valorizar el agua de todas aquellas fuentes que constituyan mercados con información de transacciones que cumplan los requisitos definidos más adelante.

##### **4.3.1.- Base de datos de transacciones**

La muestra de precios de mercado se obtendrá de la base de datos que se construya a partir de los registros de transacciones de derechos de agua, existentes en los Conservadores de Bienes Raíces.

El registro de transacciones a extraer de los Conservadores de Bienes Raíces deberá ser continuo en el tiempo, cubriendo un periodo de cinco años.

El contenido del registro de transacciones es el siguiente:

Número de transacción

Datos de Inscripción

Conservador de Bienes Raíces (CBR)

Fojas Inscripción en el CBR

Número de Inscripción en el CBR

Fecha de Inscripción en el CBR

Notaría

Fecha de la Transacción

Datos de los participantes

Nombre del adquiriente

Nombre del vendedor

Participa empresa de servicios Sanitarios (1=si, 0=no)

Parentesco (1=si, 0=no)

Datos de la Transacción

Precio de la transacción

Moneda de la transacción (0=pesos, 1=UF,2=dólares)

Caudal transado

Unidades del caudal

Datos de la fuente

Tipo de derecho (Superficial=0, subterráneo=1)

Ubicación de la fuente: Comuna

Descripción de la fuente

Nombre de la fuente

Nombre del río

Sección del río

Comentarios

#### **4.3.2 Depuración de la base de datos**

La base de transacciones se obtendrá eliminando los registros que tengan las siguientes características:

- Inexistencia de la información del número de acciones o del caudal que se transa.
- Imprecisión del valor de la transacción.
- Imposibilidad de identificar el tipo de ejercicio de que se trata o transacciones que corresponden a derechos que no sean consuntivos, permanentes o continuos.
- Compraventas en conjunto con otros bienes.
- Tratos con calidad de herencias, derechos de aguas originales y traspasos simbólicos entre familiares.
- Caudal transado inferior a 0,05 l/s.

Una vez efectuada esta depuración, se deberán actualizar los precios, utilizando la UF de la fecha de transacción, expresándose todos los registros en UF/(lt/seg). Para este efecto, en aquellas transacciones expresadas en acciones del río o de canal, se utilizarán factores de conversión, que en general corresponden a tasas de riego o valores de repartición de las aguas utilizadas por las Juntas de Vigilancia de cada río o sección del mismo. Estos factores de conversión, en general no están asociados a un análisis de probabilidad de excedencia del caudal del río, si no que en general responden a dotaciones por hectárea o cuadra, así como a estimaciones del caudal medio del río dividido en el total de acciones.

#### **4.3.3 Determinación del Valor del agua**

En el caso que, una vez aplicados los criterios de depuración y conversión antes descritos, la cantidad de transacciones supere las 20, el VAC para la fuente será determinado a través del estadígrafo más representativo de dicho conjunto de valores. Se entenderá

representatividad en su acepción estadística. Para ello se comparará la robustez, varianza de los estadígrafos a elegir.

#### **4.4 Otros casos**

En el caso de que una cuenca haya sido declarada sin disponibilidad por la DGA y que no pueda aplicarse el método antes descrito, se tomara el valor del agua de una fuente que se encuentre ubicada en una zona de similares características socio económicas y de demanda de agua a la que se desea estudiar.



## V.- Diseño metodología de cálculo del valor del agua de riego usando el Método de Valoración Contingente

### 5.1. Modelos Utilizados en la Determinación de la Disposición a pagar (DAP)

En este acápite se presentan algunos de los modelos comúnmente utilizados para estimar la DAP con algunas de las consideraciones a tomar en cuenta para su correcta aplicación.

#### 5.1.1. Sistema Tómelo o Déjelo.

Una forma particular de plantear el MVC es la aproximación "Tómelo o Déjelo"<sup>9</sup>, en la cual se cuenta con una serie de precios predeterminados ( $t_j$ ) que se distribuyen aleatoriamente en distintas encuestas y se pregunta a cada persona encuestada si lo pagaría o no, obteniéndose únicamente una respuesta binaria de SÍ o NO frente a un determinado precio<sup>10</sup>.

Un ejemplo de este tipo de preguntas es la siguiente:

**Pregunta:** ¿Pagaría usted \$  $t_j$  por que se realice el proyecto X?

**Respuesta a:** SI

**Respuesta b:** NO

Esta forma sencilla de presentar la pregunta sobre la disposición a pagar facilita enormemente el trabajo del encuestador, pues la pregunta es muy simple de formular, y también del encuestado, quien debe emitir un juicio sobre un único precio y decidir si lo toma o lo deja. La principal debilidad que presenta este tipo de obtención de la DAP es que se obtiene sólo un valor discreto por observación, y no el valor máximo, pues una respuesta

---

<sup>9</sup> Bishop y Heberlein, 1979, 1980

<sup>10</sup> En el presente documento se trabajará pensando siempre en un caso de estimación de la Disposición a Pagar. El método de Valoración Contingente, y sus distintas variantes, como las expuestas aquí, son igualmente válidas para casos de Disposición a Aceptar, haciendo los ajustes necesarios.

diciendo que sí pagaría el monto sugerido opera como un mayor o igual, es decir, pagaría dicho monto pero quizás también pagaría un monto mayor. Además, se requiere de muchas encuestas para lograr un buen nivel de precisión estadística<sup>11</sup>

La mayor dificultad que surge al trabajar bajo un esquema del tipo "tómelo o déjelo" es la necesidad de asumir una especificación paramétrica de la función de valoración o de la función de utilidad indirecta para obtener la DAP final.

### **5.1.2. Modelo de Bishop y Heberlein.**

En el trabajo original de Bishop y Heberlein (1979, 1980) los autores notaron que era factible ajustar una regresión de tipo logística o probit al porcentaje de encuestados que habían respondido afirmativamente a cada uno de los precios aleatoriamente asignados. El área bajo aquella curva de distribución equivale a la media de la DAP.

Se establece que una curva de regresión de tipo probit o logit, según se esté trabajando bajo un supuesto de función lineal o logarítmica, es capaz de estimar la respuesta sobre la DAP de cada encuestado, prediciendo si está será afirmativa o negativa para los distintos  $t_j$  determinados, basándose en las características socioeconómicas del encuestado. Una vez estimada la curva completa, basta calcular el área bajo ella para obtener la DAP media<sup>12</sup>.

### **5.1.3. Modelo de Hanemann.**

Otro punto de vista es el que emplea Hanemann (1984), quien se ocupa de la función de utilidad indirecta. Usando tamaños muestrales grandes y precios  $t_j$  bien especificados, se puede obtener la mediana de la DAP, calculada a partir de una "response surface approach", con lo que se evita la necesidad de hacer supuestos sobre la función de utilidad indirecta, pues la mediana es menos sensible al supuesto del tipo de distribución.

---

<sup>11</sup> Carson y Mitchell, 1989

<sup>12</sup> Melo, 1994.

Se definen dos estados de utilidad indirecta:

sin proyecto:  $v(O, y; s) + \varepsilon_0$

con proyecto:  $v(1, y-DAP; s) + \varepsilon_1$

donde 0,1 representa si se hace o no el proyecto,  $y$  representa el ingreso y  $s$  representa características propias del individuo. En el óptimo debe darse que ambos términos son iguales (la DAP es máxima):

$$v(O, y; s) + \varepsilon_0 = v(1, y-DAP; s) + \varepsilon_1$$

Si reemplazamos la DAP por el monto preguntado en la encuesta,  $t_j$ , y suponemos una respuesta de que sí lo pagaría, el término de la utilidad indirecta con proyecto será mayor o igual, pues  $DAP \geq t_j$  para respuesta SÍ. Entonces, expresándolo en probabilidades:

$$\begin{aligned} P(\hat{s}) &= P(v(O, y; s) + \varepsilon_0 \leq v(1, y-t_j; s) + \varepsilon_1) \\ &= P(V_0 + \varepsilon_0 \leq V_1 + \varepsilon_1) \\ &= P(V_0 - V_1 \leq \varepsilon_1 - \varepsilon_0) \\ &= P(V_1 - V_0 \geq \varepsilon_0 - \varepsilon_1) \end{aligned}$$

$$\text{Sean } V_1 - V_0 = \Delta v$$

$$\text{y } \varepsilon_0 - \varepsilon_1 = \eta$$

$$\text{entonces } P(\hat{s}) = P(\Delta v \geq \eta)$$

Por lo tanto, la probabilidad de que la respuesta sea NO es:

$$P(\text{no}) = 1 - P_1$$

Sea  $F_\eta$  la función de distribución acumulativa de  $\eta$ . La probabilidad de la DAP sería entonces:

$$P1 = F_\eta(\Delta v)$$

En el modelo probit, usado si  $\eta$  distribuye normal,  $F_\eta$  es la función de distribución acumulativa normal estándar. En el modelo logit, usado si  $\eta$  distribuye log.,  $F_\eta$  será la función de distribución acumulativa de una "estándar logistic variate".

Al trabajar sobre el espacio de  $\eta$ , se usa el valor de  $\Delta v$  como referencia para determinar si el valor específico de  $\eta$  cae en la zona de aceptación o en la zona de rechazo, y con ellos se puede predecir la probabilidad de que la respuesta sea SÍ o NO. El espacio en que se cumple que  $\Delta v \geq \eta$  se le llama  $a$ , donde:

$$a = \int_{-\infty}^{\Delta v} \Phi(\eta) \partial \eta = F(\eta) \Big|_{-\infty}^{\Delta v} = F(\Delta v)$$

El principal problema que surge con este modelo es que, en alguna etapa del proceso es necesario hacer una especificación paramétrica de  $\Delta v$ , por lo que se está haciendo, indirectamente, una especificación de la función de utilidad indirecta. Más aún, se pueden generar ciertos problemas de inconsistencia al trabajar con algunas especificaciones funcionales. Como señala Villar (1997), existen formas funcionales definidas para las cuales no existe una formulación para la función. Un ejemplo de esto se puede apreciar si se estima que  $\Delta v$  debe ser una función translogarítmica. Para ese caso no existe ninguna especificación de  $v$  capaz de hacer que  $\Delta v$  sea translog.

#### **5.1.4 Modelo de Cameron y James.**

Más recientemente Cameron y James (1987) han demostrado que es posible obtener la media de la DAP directamente de los parámetros de la ecuación logit, gracias a la forma

que toma esta bajo un sistema "tómelo o déjelo". Esto es posible debido a que la variable de estímulo (los precios  $t_j$ ) se miden en la misma unidad -dinero- que la variable implícita (la DAP). Al estimar la DAP de esta manera surge un inconveniente, pues no se da suficiente importancia a la consideración de los errores, que quedan excluidos.

Se plantea una función de la DAP real de manera que:

$$(1) DAP^* = X^* \beta^* + \varepsilon^*$$

Donde:  $DAP^*$  es la verdadera DAP,  $X^*$  es una matriz con todas las demás variables socioeconómicas del encuestado,  $\beta^*$  es un vector con los parámetros estimados por el modelo logit para cada variable y  $\varepsilon^*$  es el residuo.  $\varepsilon^* \sim N(0, \sigma^2)$ .

Cuando la respuesta frente a si pagaría un valor  $t_j$ , es SÍ, se sabe que  $DAP^* \geq t_j$

Cuando, frente a esa misma pregunta, la respuesta es NO, se sabe que:  $DAP^* < t_j$

Reordenando la ecuación (1) se tiene:

$$(2) DAP^* - X^* \beta^* = \varepsilon^*$$

Si se aplica lo sabido frente a la respuesta SÍ, se obtiene:

$$t_j - X^* \beta^* \leq \varepsilon^*$$

y si se aplica lo sabido frente a la respuesta NO, se obtiene:

$$t_j - X^* \beta^* > \varepsilon^*$$

Se llamará  $D$  a la variable de decisión, la cual es binaria, pudiendo tomar sólo los valores 0 y 1: 0 para respuesta NO y 1 para respuesta SÍ. La probabilidad de obtener una respuesta afirmativa para un determinado  $t_j$  será:

$$P(D = 1) = P(t_j - X^* \beta^* \leq \varepsilon^*)$$

y dado que  $\varepsilon^* \sim N(0, \sigma^2)$ , la función de probabilidad es tal que:

$$P(D = 1) = \Phi(X\gamma)$$

Donde  $X = [t_j \ X^*]$  y  $\gamma = [\alpha \ \beta]'$  siendo  $\alpha$  el parámetro que acompaña a la variable del precio preguntado en la encuesta ( $t_j$ ) y cuyo valor es estimado al correr el modelo logit. Por último, la función de probabilidad acumulada,  $\Phi$ , es:

$$\Phi(X\gamma) = \int_{-\infty}^{X\gamma} \Phi(\varepsilon^*) \partial \varepsilon^*$$

La función de densidad para cada individuo es:

$$\Phi(\varepsilon^*) = 1 / (\sqrt{2\pi} e^{-\varepsilon^{*2}/2})$$

Por lo tanto, usando el modelo logit, la probabilidad de que la respuesta sea SÍ se puede escribir en función del valor de licitación y de las demás variables socioeconómicas en la forma de:

$$P(D = 1) = \Phi(X\gamma) \text{ ó } P(D = 0) = 1 - \Phi(X\gamma)$$

Por otra parte, los autores de este modelo demostraron que  $\alpha = -1/\sigma$ , que  $\beta = \beta^*/\sigma$  y que  $\beta^* = -\beta/\alpha$ . Como  $X$  es una matriz de constantes más otras variables, la DAP individual (DAP<sub>i</sub>, donde  $i$  representa al  $i$ ésimo individuo) es calculada con la expresión  $X_i^* \beta^*$ . La probabilidad conjunta, o función de verosimilitud, queda entonces como:

$$L = \prod_{i \in DI} (1 / (1 + e^{-\Delta v_i})) \prod_{i \in D_0} (1 - 1 / (1 + e^{-\Delta v_i}))$$

En la expresión anterior,  $D_1 = \{i: DAP_i^* \geq DAP_i\}$  Y  $D_0 = \{i: DAP_i^* < DAP_i\}$ .

$\Delta v$  tiene la misma forma vista en el modelo de Hanemann.

Al maximizar  $L$  con respecto a  $y$  se obtienen los parámetros del modelo que maximiza la probabilidad conjunta de predecir cuando la respuesta será SÍ y cuando será NO. Este es el método llamado de Máxima Verosimilitud.

#### **5.1.5.- Sistema Tómelo o Déjelo con Seguimiento**

Una adición que se ha hecho al sistema "tómelo o déjelo" (ToD), propuesta por Carson, Hanemann y Mitchel (1986) es agregar preguntas de seguimiento. Al encuestado se le pregunta si pagaría o no un determinado precio, y si la respuesta es afirmativa, se le pregunta lo mismo con un precio mayor, elegido aleatoriamente de una lista predefinida. Si la respuesta a la primera pregunta es negativa, se le pregunta en una segunda instancia por un precio menor que el primero. La elección del número de preguntas de seguimiento dependerá de los investigadores. Si bien esta variante al sistema ToD no suprime los problemas de este sistema, sí permite considerables mejoras en la eficiencia pues se obtiene mayor información de cada encuesta.

#### **5.1.6.- Double Bounded**

Dentro del sistema ToD con seguimiento existe una forma particular de estructurar la pregunta de obtención de la DAP individual. Se le llama Modelo de Opción Dicotómica Bivariada o "Double Bounded" y consiste en una pregunta inicial y sólo una pregunta de seguimiento, la que está ligada a la primera (Haab y McConnell, 2002). En su forma más simple el método "Double Bounded" se puede plantear de la siguiente manera:

Por ejemplo:

**Pregunta 1:** ¿Pagaría usted \$  $tI$  por el proyecto  $X$ ?

**Respuesta 1a: SÍ**

**Pregunta 2a:** ¿Pagaría usted \$  $t_2$  ( $t_2 > t_1$ ) por el proyecto  $X$ ?

**Respuesta 2a: SÍ**

**Respuesta 2b: NO**

**Respuesta 1b: NO**

**Pregunta 2b:** ¿Pagaría usted \$  $t_2$  ( $t_2 < t_1$ ) por el proyecto  $X$ ?

**Respuesta 2a: SÍ**

**Respuesta 2b: NO**

Siendo el primer precio preguntado  $t_1$  y el segundo  $t_2$ , según las respuestas del encuestado, su DAP quedará acotada por uno o ambos lados, según los valores de  $t_j$  que se le presenten. De esta manera, los intervalos quedan como se presenta a continuación:

a.  $t_1 \leq \text{DAP} < t_2$  para la respuesta SÍ - NO.

b.  $t_1 > \text{DAP} \geq t_2$  para la respuesta NO - SÍ.

c.  $\text{DAP} \geq t_2$  para la respuesta SÍ - SÍ.

d.  $\text{DAP} < t_2$  para la respuesta NO - NO.

Al usar el sistema "Double Bounded" se logra mejorar la precisión en la obtención de la DAP con un mismo tamaño muestral respecto al sistema ToD de una sola pregunta. Sin embargo, puede darse que el encuestado se confunda frente a la segunda pregunta, dado que ya contestó la primera (Ardila et al., 1998). No obstante, este problema no es importante si la encuesta esta bien diseñada.



### **5.1.7.- Aplicación del Modelo de Cameron y James<sup>13</sup> al Sistema "Double Bounded"**

Se recomienda trabajar con el modelo de Cameron y James por que los otros tienen ciertos aspectos que los hacen menos atractivos para los objetivos buscados en esta oportunidad.

En primer lugar, el modelo de Bishop y Heberlein logra obtener el valor medio de la DAP, el cual es muy sensible a los supuestos que se hagan sobre la función de utilidad indirecta.

En segundo lugar, el modelo de Hanemann, si bien no requiere una especificación paramétrica de la función de utilidad indirecta, sí requiere una forma paramétrica de la diferencia de las funciones de utilidad indirecta con y sin proyecto, lo que complica las cosas y puede incluso llegar a presentarse inconsistencias en el modelo.

Para aplicar lo propuesto por Cameron y James al sistema "Double Bounded" definimos una  $DAP_{ij}$ , que es la respuesta sobre la disposición a pagar por el proyecto en cuestión a la pregunta  $i$  ( $i = 1, 2$ ) por el encuestado  $j$ . Por lo tanto, según las posibles combinaciones de respuesta, se dan los siguientes intervalos:

a. Respuesta SÍ - NO:  $DAP_{1j} \geq t_1, DAP_{2j} < t_2$ ,

b. Respuesta NO - SÍ:  $DAP_{1j} < t_1, DAP_{2j} \geq t_2$ ,

c. Respuesta SÍ - SÍ:  $DAP_{1j} > t_1, DAP_{2j} \geq t_2$ ,

d. Respuesta NO - NO:  $DAP_{1j} < t_1, DAP_{2j} < t_2$ .

Entonces, la probabilidad de que se dé una combinación específica de respuesta será igual a la probabilidad de que se cumplan los dos requisitos, es decir, para el caso de una respuesta SÍ - NO:

---

<sup>13</sup> Este modelo fue presentado por primera vez en la literatura por Cameron y Quiggin, 1994. Se le dejó el nombre de Cameron y James por ser estos los autores del modelo original, univariado.

$$(1) P(SI - NO) = P(DAP1j \geq t1, DAP2j < t2)$$

Es homólogo para las otras combinaciones de respuestas. Luego, se puede escribir la DAP de un individuo cualquiera como:

$$(2) DAP_{ij} = \mu_i + \varepsilon_{ij} \quad \text{y} \quad \mu_{ij} = Z_{ij} \beta$$

siendo  $\mu_i$  la media de la respuesta  $i$  y  $\varepsilon_{ij}$  la variación propia de individuo en cuestión respecto de la media.

Para construir la función de verosimilitud incorporamos la forma de escribir la DAP introducida en (2) a la ecuación (1):

$$(3) P(SÍ - NO) = P(\mu_1 + \varepsilon_{1j} > t1, \mu_2 + \varepsilon_{2j} < t2)$$

haciendo esto para las 4 posibles combinaciones de respuesta, se obtiene:

$$P(SÍ - SÍ) = P(\mu_1 + \varepsilon_{1j} > t1, \mu_2 + \varepsilon_{2j} \geq t2)$$

$$P(SÍ - NO) = P(\mu_1 + \varepsilon_{1j} \geq t1, \mu_2 + \varepsilon_{2j} < t2)$$

$$P(NO - SÍ) = P(\mu_1 + \varepsilon_{1j} < t1, \mu_2 + \varepsilon_{2j} \geq t2)$$

$$P(NO - NO) = P(\mu_1 + \varepsilon_{1j} < t1, \mu_2 + \varepsilon_{2j} < t2)$$

La función de verosimilitud para el modelo logit se puede derivar a partir de la combinación de las probabilidades para cada tipo de respuesta, tomando la siguiente forma:

$$(4) L = \sum (d^{yy} \log(P(sí - sí)) + d^{yn} \log(P(sí - no)) + d^{ny} \log(P(no - sí)) + d^{nn} \log(P(no - no)))$$

Se define  $d^{yy}$  igual a 1 para una respuesta SÍ - SÍ, e igual a cero en cualquier otro caso. De igual manera quedan definidos  $d^{yn}$ ,  $d^{ny}$  y  $d^{nn}$  como variables dicotómicas con valor 1 para las respuestas que caen en el rango correspondiente y con valor cero para las respuestas fuera de dicho rango (Ardila, 1993).

El modelo logit bivariado es un modelo paramétrico general para encuestas de 2 respuestas (Haab y McConnell, 2002)

### **5.2.-Modelo Econométrico propuesto.**

Los modelos econométricos quedan condicionados por el modelo de encuesta y el tipo de preguntas que estas contemplan. Considerando las ventajas relativas a la minimización de los sesgos, ya descritos en el Capítulo 3, se considerarán formatos de referéndum.

La utilización del formato de referéndum exige la formulación de un modelo econométrico que permita estimar la máxima disposición a pagar de la población entrevistada, a partir de las respuestas SI y NO, y los respectivos precios solicitados. Para el caso simple, sin iteración, el modelo se describe en Hanemann (1984) y (1989)<sup>14</sup>. Para el caso con una iteración el modelo se describe en Hanemann, Loomis y Kanninen (1991). Este se resume brevemente a continuación<sup>15</sup>.

Ante las respuestas al primer y segundo precio ofrecido, la muestra se puede clasificar en cuatro casos posibles que corresponden a:  $d_{yy}$ ,  $d_{yn}$ ,  $d_{ny}$ ,  $d_{nn}$ , donde  $d_{ij}$  representa una variable "dummy" igual a 1 si el caso se clasifica en la situación  $i,j$  donde  $i,j$  puede tomar el

---

<sup>14</sup> Ver Hanemann, W. Michael: "Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses". American Journal of Agricultural Economics, vol.66, n° 3, 1984, pgs.332-341 y Hanemann, W. Michael: "Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses Data: Reply". American Journal of Agricultural Economics, vol.71, n° 4, 1989, pgs.1057-1061.

<sup>15</sup> Detalles adicionales de este procedimiento, así como de un programa en versión LIMDEP 5.0, puede encontrarse en Ardila, Sergio: "Guía para la utilización de modelos - econométricos en aplicaciones del método de valoración contingente". Documento de Trabajo ENP101. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Protección del Medio Ambiente. Diciembre de 1993.

valor SI (y) o NO (n). Por ejemplo, para un caso que haya contestado que SI a la primera opción y NO a la segunda opción, se obtiene que  $d_{yn}=1$  y  $d_{ij}=0$  en otro caso.

La función de máxima verosimilitud del modelo con una iteración está dada por:

$$(1) \text{Log } L = \sum (d_{yy} * \ln F_{yy} + d_{yn} * \ln F_{yn} + d_{ny} * \ln F_{ny} + d_{nn} * \ln F_{nn})$$

donde  $F_{ij}$  representa la probabilidad que una familia se encuentre en el caso  $ij$ .

Sea:

$$(2) F(p) = \text{Prob}(DAP < p) = \text{Prob}(\text{responder } NO/p)$$

donde  $p$  es el precio solicitado y  $DAP$  es la máxima disposición a pagar del entrevistado, que se considera una variable aleatoria no observada con distribución estadística  $F$ .

Entonces aplicando las reglas básicas de probabilidad se obtiene que:

$$(3) F_{yy} = 1 - F(P_u);$$

donde  $P_u$  es el precio solicitado en la segunda opción, si en la primera opción el entrevistado contestó afirmativamente;

$$(4) F_{yn} = F(P_u) - F(P_a);$$

donde  $P_a$  es el precio solicitado en la primera opción.

$$(5) F_{ny} = F(P_a) - F(P_d),$$

donde  $P_d$  es el precio solicitado en la segunda opción, si en la primera opción el

entrevistado respondió negativamente.

$$(6) F_{nn} = F(P_d)$$

En las aplicaciones empíricas es usual utilizar la distribución logística para definir la función F, según la cual<sup>16</sup> :

$$(7) \text{Prob (SI)} = 1 - F(p; \alpha, \beta) = 1 / (1 + \exp(-\alpha - \beta p)),$$

donde  $\alpha$  puede representar una combinación lineal de variables explicativas independientes, adicionales al precio. El precio (p) puede sustituirse por su logaritmo u otra transformación.

Sustituyendo la especificación (7) en (3), (4), (5) y (6), y estos a su vez en la ecuación (1), se obtiene una expresión de Log L, paramétrica en  $\alpha$  y  $\beta$ . Para resolver el máximo de Log L es necesario utilizar programas de optimización no lineales. En algunos estudios<sup>17</sup> se ha utilizado el procedimiento MINIMIZE de LIMDEP 7.0. Este mismo procedimiento permite obtener la matriz de segundas derivadas, cuya inversa corresponde asintóticamente a la matriz de varianza - covarianza de los coeficientes.

De acuerdo con los conceptos básicos del modelo de utilidad aleatoria (Hanemann, 1984) se puede establecer que la máxima disposición a pagar se obtiene de la ecuación (7) despejando el valor de p (el precio) para el cual la probabilidad de obtener una respuesta positiva es 50%. De esta manera, a partir del modelo logístico la máxima disposición a pagar ( $p^*$ ) está dada por:

$$(8) p^* = -\alpha/\beta$$

---

<sup>16</sup> También es usual utilizar la distribución normal y la distribución de Weibull.

<sup>17</sup> Soluciones Integrales S.A. Estudio de Valorización de Beneficios de Proyectos de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias. Informe Final.

El procedimiento de estimación permite también disponer de la matriz de varianza - covarianza de  $a$  y  $\beta$ , a partir de lo cual se establece la varianza de  $p^*$  ya sea por fórmulas de aproximación de Taylor, o por simulación de Montecarlo<sup>18</sup>.

Hay, sin embargo, algunas consideraciones críticas para aceptar la validez de este enfoque. En la medida que este ejercicio representa una situación hipotética siempre habrá posibilidades que los entrevistados mientan intencionalmente, en la dirección de aceptar el proyecto más allá de lo que realmente lo valorizan (para que se haga el proyecto), sobrestimándose con ello los beneficios. Si bien en la literatura académica este aspecto ha sido ampliamente analizado, encontrándose que esto no constituye un problema real, es imprescindible contar dentro del cuestionario y su posterior análisis con controles de posibles "mentirosos". Adicionalmente, es claro que el hecho que la consulta sea hipotética tiende a favorecer las respuestas positivas de aceptación del proyecto. Este efecto no puede revertirse en el proceso de la entrevista, y también se requiere de controles para mitigar este factor.

### **5.3.- Metodología de aplicación del MVC.**

El ámbito del estudio incluirá a los sectores rurales, que no disponen de sistemas de embalses que permitan los niveles de disponibilidad y seguridad de riego que tienen aquellos sectores que sí cuentan con dicha infraestructura.

#### **5.3.1.- Plan de trabajo**

Para satisfacer el objetivo planteado se definió e implementó un trabajo en etapas, las que se describen a continuación:

---

<sup>18</sup> No existe una fórmula matemática precisa que permita establecer la varianza de  $p^*$  ya que corresponde al cociente de dos variables aleatorias ( $a$  y  $P$ ). La simulación de Montecarlo extrae al azar un gran número de valores de  $a$  y  $P$  a partir de la distribución estimada y calcula para cada extracción el valor de  $p^*$ . Después simplemente se obtiene la varianza de los valores de  $p^*$  obtenidos.

- Etapas I. Revisión de Antecedentes

Con el objetivo de profundizar en el tema de sistemas de embalses se realizó una recopilación de información secundaria de las tecnologías disponibles para el país y en general sobre el mercado del agua en Chile.

- Etapas II. Diseño del Cuestionario

Con objeto de diseñar el instrumento de recopilación de información, se realizarán focus group para tener una visualización de las percepciones de las personas. A partir de ese levantamiento de información se diseñará una pre-encuesta que se aplicará a agricultores del sector involucrado para analizar la comprensión de las preguntas a utilizar en el instrumento de consulta final.

Por último, se confecciona la Encuesta Final, la cual se aplica a una muestra representativa.

- Etapas III. Aplicación y Procesamiento del Cuestionario

Una vez definido el tamaño muestral de encuestados, la encuesta se tomará en forma personal en terreno, para lo cual los encuestadores visitan las diversas parcelas, entrevistándose con los agricultores. Una vez finalizada la encuesta se realiza el procesamiento de la misma.

- Etapas IV. Cálculo de DAP

Se utilizará el software STATA para el procesamiento econométrico y la obtención de la DAP.

### **5.3.2 Descripción de las actividades principales**

A continuación se describen en mayor detalle, algunas de las actividades mencionadas en las cuatro etapas anteriores.

#### **a) Focus Group**

El objetivo básico que se busca por medio de estas sesiones de grupos es, dadas las características del grupo elegido, conocer su sistema actual de riego, identificar los principales problemas que tienen dada su situación actual, verificar su disposición al cambio a una alternativa mejor, percibir si cambia su opinión dado un costo fijo con cierta periodicidad y cuantificar (de forma preliminar) cuánto están dispuestos a pagar por el nuevo sistema. La idea es conocer la percepción de las personas respecto al riego, ver que tan interiorizadas están con el tema y, en base a los resultados obtenidos, estructurar de mejor manera la encuesta que será aplicada posteriormente.

Para satisfacer el objetivo planteado, se organizarán sesiones de grupo de 8 a 10 personas, para asegurar la interacción de todos los participantes y así recoger las diversas percepciones que se requiere recabar sobre el tema.

Se realizarán focus group en varias localidades diferentes. En la elección de estas localidades se busca abarcar grupos con diferentes características de manera de obtener así una mayor diversidad en las respuestas y lograr una mayor representatividad de la población. Los criterios utilizados para la selección son: abarcar distintas localidades, distintos niveles socioeconómicos y distintos sistemas de riego.

#### **b) Pre-encuesta**

Con el objetivo de recopilar observaciones que permitieran realizar ajustes al diseño



de la encuesta y determinar el tamaño muestral se procederá a diseñar una pre-encuesta que se aplica a una muestra reducida.

El diseño de la pre-encuesta contemplará al menos tres secciones. En la primera sección se consulta a las personas sobre su situación de riego actual, su percepción del sistema y los problemas asociados a él. Esta parte busca acercar a la persona al contenido de la encuesta, obtener características del entorno y rescatar su percepción de los sistemas de riego y la seguridad del agua de riego.

La siguiente sección describe el escenario con proyecto y busca obtener valores empíricos de disposición a pagar. En esta etapa se hace una pregunta abierta de disposición a pagar, mediante la que se busca determinar los montos de pago a proponer a cada encuestado en el diseño final de la encuesta.

Es necesario incluir en esta etapa una pregunta abierta para obtener una noción de los rangos de DAP (y de su variabilidad, dato este último imprescindible para poder determinar correctamente el tamaño de la muestra).

Finalmente, la tercera y última sección de la encuesta busca recopilar características personales del encuestado como edad, educación, ingreso, ubicación del predio, entre otros.

La pre-encuesta será tomada en forma personal, en terreno, por encuestadores que visitan los predios en los sectores anteriormente identificados.

### ***Análisis de Pre-encuestas***

Las pre-encuestas serán aplicadas y digitadas, luego de lo cual se revisará la calidad de la información obtenida.

Del análisis de la pre-encuesta se espera obtener conclusiones relativas a la

existencia de problemas con los sistemas actuales de riego, máxima disposición a pagar, inexistencia de disposición a pagar, tipos de problemas del sistema actual, entre otros.

Con el diseño de la pre-encuesta, su aplicación en terreno y el análisis de los datos obtenidos, se procede a elaborar la encuesta final para validación.

Para la determinación de la DAP se utiliza el diseño de preguntas closed-ended con seguimiento, en el que se le pregunta al encuestado utilizando un formato de pregunta dicotómica, si está dispuesto o no a pagar un monto específico de dinero (la metodología a utilizar se detalló en puntos anteriores), el que varía en cada encuesta. Y se adiciona una segunda pregunta cerrada de disposición a pagar un monto menor si responde negativamente y un monto mayor si fue afirmativa la respuesta inicial (Mitchell y Carson, 1995).

#### c) Encuesta Final

Para consultar por la DAP en la encuesta final, se definirán, a partir del análisis de las pre-encuestas, rangos de disposición a pagar por los proyectos de riego, obteniéndose de esta forma varias versiones de una misma encuesta en la que sólo cambiarán los montos a pagar por el proyecto embalses.

Con todos los antecedentes que provengan de la validación anterior se construirá la encuesta final.

#### ***Determinación Valores Disposición a Pagar***

Al usar un formato dicotómico, como el propuesto en el presente estudio, se requiere obtener los montos de pago a proponer a cada encuestado. Existen varias propuestas metodológicas para determinar estos niveles de pago, entre estas se tienen:

- a) La llamada tradicional en el que se estima percentiles de distribución tomadas de la función de distribución acumulada de una pre-encuesta.
- b) La proposición de Boyle et al. (1988) utiliza preguntas abiertas en una pre-encuesta para determinar la distribución empírica de la disposición a pagar.
- c) La de Cooper y Lomis (1992), el que utiliza una pre-encuesta y con esta un proceso de iteración para determinar los montos y una asignación óptima de estos dado el tamaño de muestra.

En el estudio de Elnagheeb y Jordan (1995) se compara los últimos dos métodos con una proposición propia y las verifica generando datos por el método Montecarlo. Los resultados indican que la proposición de Boyle fue preferida, especialmente cuando la variación en la disposición a pagar es baja. No obstante, la selección definitiva para efectos de este estudio, se realizará en una etapa posterior.

Una vez determinados los valores anteriores se procede a asignar el monto de variación, obteniéndose de esta manera los valores de las preguntas de seguimiento de las encuestas finales.

### ***Determinación del Tamaño Muestral***

El tamaño muestral se determina en base a la siguiente ecuación:

$$n = [(1,96 * \sigma/\mu)/(d/\mu)]^2$$

donde  $\sigma/\mu$  representa el coeficiente de variación de la disposición a pagar y  $d/\mu$  es el porcentaje de error deseado (Schaffer, 1987).

Es importante destacar que, para mantener la precisión en la encuesta y obtener una

mayor representatividad de ésta, en la determinación del tamaño muestral se utiliza el coeficiente de variación ( $\sigma/\mu$ ) estimado a partir de los datos obtenidos en la encuesta.

## **VI.- Diseño metodológico para la estimación del valor del agua de riego utilizando el método de Precios Hedónicos.**

Otra manera alternativa de obtener el resultado es utilizar precios de mercado de los terrenos, los que en teoría capturan la totalidad de los beneficios directos. Esta metodología se conoce con el nombre de precios hedónicos.

El punto de partida para cualquier desarrollo empírico del enfoque hedónico consiste en estimar la relación funcional existente entre los precios de los diferentes tipos de terrenos y las cestas de atributos que componen cada una de esas variedades. La estimación empírica de la función hedónica implica, en primer lugar, obtener datos sobre los precios y cestas de características de las distintas unidades de terrenos que conforman el mercado analizado. A continuación, utilizando las técnicas de regresión se estima una relación estadística entre dichos precios y cestas de características usando la forma funcional que mejor se ajuste.

Debido a que el modelo desarrollado por Rosen para bienes de consumo diferenciados sentó las bases de la metodología hedónica y a través de ella se generaron el mayor número de trabajos sobre el tema, en particular en bienes raíces como la vivienda urbana; en la próxima sección se aborda el mismo, como forma introductoria al modelo desarrollado por Palmquist (1989) que considera a la tierra como un insumo de producción.<sup>19</sup>

### **6.1. El modelo básico de Rosen para bienes de consumo diferenciados.**

Rosen (1974) modeló los bienes raíces como mercancías únicas, que se diferencian por las cantidades en las características que poseen. En su modelo, los consumidores o demandantes (compradores o arrendatarios de viviendas por ejemplo) derivan utilidad de las características (y cantidad de ellas) que presentan los bienes; por otro lado los

---

<sup>19</sup> Este análisis se ha extraído de la tesis de Guillermo Vicente, “Estudio de las condiciones económicas de la tierra agrícola en Tandil, República Argentina. Uso de metodología de precios hedónicos en el mercado de arriendo (alquiler) de tierra para trigo”, Santiago, Chile, 1996

productores u oferentes (vendedores o propietarios de bienes raíces por ejemplo) al incurrir en gastos adicionales cuando mejoran los bienes que poseen (los que dependen de la cantidad y variedad de características que proporcionan en los bienes que ofrecen en el mercado) buscan incrementar la utilidad o ganancia que se deriva de su venta o arriendo. La interacción entre ambos (consumidores y productores), en condiciones de un mercado competitivo para un producto diferenciado, determina lo que Rosen denomina "lista de precios hedónicos de equilibrio".

La aproximación o metodología hedónica en el análisis de mercado de bienes compuestos, utiliza para poder explicar diferencias de precios las relaciones que existen entre tales precios y las características de los bienes. Rosen propuso extender el análisis teórico de la estructura de estimación de la demanda y de funciones de oferta para las características de los bienes, utilizando una técnica que se realiza en dos etapas.

En la "primer etapa" se estima una ecuación de Precios Hedónicos (1) desde los datos del mercado del bien analizado (vivienda por ejemplo), representada por:

$$P = f(Z_i) \quad (1)$$

donde P es el precio del bien y  $Z_i$  las características del bien.

La función de Precios Hedónicos es, precisamente, el locus (sitio, lugar) de los puntos de tangencia entre las funciones de licitación<sup>20</sup> individual de los compradores y las funciones de oferta de los vendedores.

La "función de licitación de los compradores para una característica específica", puede representarse por:

$$v_i = f(Z_1, Z_2^*, \dots, Z_n^*, U^*, I), \quad (a)$$

que muestra la total disposición a pagar (DAP) de los compradores por variaciones en la

---

<sup>20</sup> Licitación se refiere a la situación a la que se enfrenta un comprador frente a un vendedor para decidir el precio final que está dispuesto a pagar como máximo o como precio final de un bien; se asemeja a una situación de remate donde existe una pugna entre distintos compradores hasta quedar definido el precio final.

característica ( $Z_1$ ); dadas las cantidades óptimas de las otras características ( $Z_n^*$ ), la utilidad ( $U^*$ ), y el ingreso disponible ( $I$ ) de los compradores.

Por otro lado, la "función de oferta de vendedores con respecto a una característica específica", se puede expresar por:

$$U_i = f(Z_1, Z_2^*, \dots, Z_n^*, R^*), \quad (b)$$

que muestra los precios que el vendedor está dispuesto a aceptar (DAA) ante variaciones en la característica ( $Z_1$ ); dadas cantidades óptimas en las otras características ( $Z_n^*$ ) y en su ganancia o renta deseada ( $R^*$ ).

Las derivadas parciales de  $P$  de la ecuación {1} con respecto a las características ( $Z_i$ ) son los precios marginales implícitos de dichas características:  $P_i(Z)$ . Se pueden calcular entonces, para cada propiedad, los precios marginales o derivados sobre la base de la cantidad de la característica presente en el momento que se tomaron los precios del mercado.

En la "segunda etapa" del método de Rosen, este precio marginal puede ser considerado como la variable dependiente, con ello se estiman las funciones de demanda (2) y de oferta (3) para las características consideradas, representadas por:

$$P_i(Z) = I(Z_i, Y_1) \quad (2)$$

$$P_i(Z) = I(Z_i, Y_2) \quad (3)$$

siendo  $Y_1$  e  $Y_2$  vectores de las características de los compradores y de los vendedores respectivamente, con los que se haría posible identificar la demanda y la oferta por las características del bien.

Las ecuaciones (2) y (3) representan en forma respectiva un set de valor implícito marginal (2) y curvas de costos marginales (3), dentro de un espacio de características y de precios

implícitos. Los puntos de equilibrio de una curva marginal así expresada caen sobre la función diferencial de la función de Precios Hedónicos.

Esta segunda etapa involucra las siguientes situaciones comunes de identificación:

*Primero:* que los vendedores (productores, oferentes) sean idénticos; es decir, enfrenten los mismos precios, empleen la misma tecnología, y posean idénticas características o habilidades de gestión. En este caso la  $Y_2$  (variable marginal que se deriva de la ecuación (3) y de la estimación de la ecuación (1)) representaría la función de oferta y por lo tanto las observaciones sobre  $P_i(Z)$  y  $Z_i$  identificarían las funciones de abastecimiento para las características.

*Segundo:* que los compradores sean idénticos; esto es, tengan idéntica función de utilidad, destreza gerencial e ingreso disponible. Entonces  $Y_1$  podría derivarse de la ecuación (2) y del  $P$  de la ecuación (1) identificando la función de licitación de los compradores y el  $P_i(Z)$  y  $Z_i$  identificarían entonces las funciones de demanda por las características.

*Tercero:* que los compradores sean idénticos y que los vendedores sean idénticos; entonces el bien aparecería dentro del mercado como si fuera un paquete o grupo único de características.

*Cuarto:* que compradores y vendedores cada uno presenten diferencias; entonces existirán variaciones en las funciones de oferta de vendedores y de licitación de compradores para las características. En este caso los requerimientos usuales para la identificación deben buscarse en estimar el sistema de ecuaciones resultante.

La segunda etapa del método planteado por Rosen fue cuestionada (Brown, 1982; Maler, 1977; Freeman, 1979) debido a las dificultades que se presentan en la estimación de las demandas y ofertas implícitas ya que comúnmente en los mercados de bienes raíces compradores y vendedores no aparecen con similares características cada uno y menos aún ambos al mismo tiempo. Por esta razón en muchos estudios hedónicos utilizan la



metodología hasta la primer etapa estimando los precios de las características del bien analizado.

## **6.2. La Tierra como factor o insumo de producción diferenciado (Palmquist, 1989).**

El modelo planteado por Rosen, fue desarrollado para bienes de consumo, y es utilizado ampliamente en estudios de viviendas urbanas; su uso en estos bienes resulta ser apropiado porque comprende bienes raíces residenciales, los que son considerados bienes de consumo final y por los cuales los consumidores derivan utilidad. Sin embargo, cuando está implicado en el estudio un factor o insumo de producción, como es el caso de la tierra agrícola, ya no es adecuado utilizar el modelo conceptual de Rosen.

La calidad de la tierra para uso agrícola puede variar entre regiones considerablemente e incluso entre sitios muy cercanos; existen asimismo, efectos ambientales derivados de su susceptibilidad a la erosión. Por estas razones se ha utilizado el método hedónico en la tierra agrícola (Ervin y Mill, 1985; Gardner y Barrows, 1985; Miranowski y Hammes, 1984; King y Sinden, 1988); sin embargo es recién a partir del modelo desarrollado por Palmquist (1989), que se ha contado con una estructura conceptual formal que permita modelar un factor o insumo de producción diferenciado como es el caso de la tierra agrícola.

Palmquist (1989), planteó su modelo conceptual para el arriendo de tierras agrícolas, sin embargo Palmquist y Danielson (1989) realizaron una aplicación del modelo estudiando erosión y drenaje en el mercado de compra - venta de tierras; la conexión entre ambas formulaciones se realiza a través de que el Valor Presente (VP) de la Tierra es función de los Flujos Netos (FN) futuros que puede generar esa tierra (renta o ganancia neta) descontados, y que puede representarse por:

$$VP = FN / (1 + i)^n$$

En su modelo conceptual Palmquist plantea que el precio de arriendo de la tierra

(R) depende de las características (Zn) de esa tierra, relación que puede ser representada por:

$$R = f(Z_1, \dots, Z_n) \quad (1)$$

El productor, que utiliza esa tierra con fines productivos, posee una función de producción del tipo múltiple producto - múltiple insumo; esta función depende entre otras cosas de las características de la tierra (Z), la que puede representarse por:

$$g(X, Z, \&), \quad (2)$$

siendo X un vector de los productos netos (productos e insumos físicos) exclusivos de esa tierra, y & un vector de destrezas o habilidades productivas del agricultor.

El objetivo del agricultor es la maximización de su ganancia; para analizar la licitación del agricultor por una parcela, Palmquist plantea caracterizar un tipo particular de ganancia variable ( $R^{DV}$ ). Esta ganancia variable es el valor de los productos menos el costo de los insumos pero sin considerar aquellos relacionados con la tierra (incluido el alquiler); debe aclararse que la tierra en este planteo al ser arrendada no es un factor fijo sino variable. El planteamiento del modelo de decisión, de un productor que arrienda tierra sería:

$$\text{Maximizar } R^{DV} = \sum (P_j \times X_j) \quad \text{para } j = 1 \text{ hasta } n$$

$$\text{Sujeto a: } g(X, Z, \&) = 0,$$

$$\text{Siendo } R^{DV} \geq 0$$

(3)

donde  $R^{DV}$  representa la ganancia variable del agricultor,  $P_j$  los precios de los productos y de los insumos excepto la tierra o pertenecientes a ella.

La maximización de esta ganancia variable sujeta a la función de producción, da como resultado la función de oferta del productor y la función de demanda por insumos no

pertenecientes a la tierra, que se expresa como:

$$x = h (P, Z, \&) \quad (4)$$

Si se sustituye la función de oferta y de demanda dentro de la función objetivo, se obtiene la función de ganancia variable optimizada, la que se puede expresar por:

$$R^{*RV} = R^{*RV} (P, Z, \&) = \sum (P_j x_j (P, Z, \&)) \quad (5)$$

La función de licitación por una parcela (lote, terreno, área circunscrita) de tierra de un agricultor arrendatario (k), será igual a la ganancia variable optimizada (  $R^{*RV}$  ) menos el nivel de ganancia que desee obtener el agricultor ( $R^D$ ); y que puede expresarse como:

$$k (Z, P, R^D, \&) = R^{*RV} (P, Z, \&) - R^D \quad (6)$$

Esta función de licitación (k) dependerá de las características de la tierra (Z), de los precios de los productos e insumos agrícolas no pertenecientes a la tierra (P), del nivel de ganancia deseado ( $R^D$ ) y de las características (destrezas o habilidades productivas y gerenciales) del agricultor (&).

La derivada parcial de la función de licitación (k) con respecto a una característica de la tierra es positiva,

$$k (Z_i) = \delta R^{*RV} / \delta Z_i \geq 0,$$

lo que implica que la función de ganancia variable es no decreciente en características de la tierra; algo similar a lo que sucede con una función de ganancia normal en relación a los factores fijos debido a las presunciones típicas acerca de la tecnología de producción (según lo expresado por Palmquist y Danielson, 1991, citando a Diewert). Indicando que las características de la tierra (características deseables en este caso), ingresan de la misma manera que lo hacen los factores fijos en una función de producción típica.

La segunda derivada parcial de la función de licitación con respecto a la característica es negativa,

$$k(Z_i Z_i) = \delta^2 R^{RV} / \delta Z_i^2 \leq 0,$$

es decir la función de ganancia variable es cóncava en las características de la tierra; este resultado entrega una consideración adicional de la tecnología de producción (similar a la de factores fijos). La función de licitación resultante es creciente y cóncava en las características, es decir a medida que se tiene más de las características crece pero por una intensidad cada vez menor, por lo que la curva que representa esa función de licitación se inclinaría hacia abajo.

La derivada parcial de  $k$  con respecto a los precios de productos e insumos ( $P_j$ ) da como resultado la función de oferta del productor y la función de demanda por insumos no pertenecientes a la tierra ( $X_j$ ), siendo positiva en el caso de productos y negativa para los insumos.

$$k(P_j) = X_j \quad (> 0 \text{ para productos y } < 0 \text{ para insumos})$$

Es decir, diferenciando la función de licitación con respecto a los precios de productos y de insumos no pertenecientes a la tierra, se obtiene el producto neto (4).

La derivada parcial de  $k$  con respecto a la ganancia deseada ( $R^D$ ) es -1,

$$k(R^D) = -1$$

por lo que una mayor ganancia deseada por parte del productor requiere una reducción recíproca (en igual monto) en la licitación, considerando que el resto de características no cambian ("ceteris paribus").

En todo este desarrollo, se considera que existen por un lado agricultores que arriendan la tierra y por otro lado los dueños de la tierra que la ofrecen en el mercado para ser arrendada. En el caso que el agricultor dedicado a la producción, sea a la vez el dueño de la

tierra, el planteamiento no cambia; se considera que ante la posibilidad de arrendar su tierra a otros agricultores decide arrendársela a sí mismo.

La función de licitación del agricultor (o arrendatario - productor) podría estar disponible para el uso de una parcela de tierra dado un nivel deseado de producción y de ganancia de ese agricultor. En equilibrio, el aumento en la licitación de un arrendatario debido a un incremento marginal de una de las características de la tierra, será igual al aumento en el precio de arriendo del mercado de esas tierras (las que poseen la mejora marginal en la característica). Si esto no fuera así, el agricultor - licitador podría incrementar ganancias por el uso de tierra con diferentes características o nivel de ellas. En adición a esta condición de marginalidad, se puede considerar que la licitación total del agricultor por una parcela (tomando todas sus características) es igual al precio de arriendo de esa parcela en el mercado.

El análisis por el lado de la oferta es similar al modelo planteado por Rosen; sin embargo la tierra como insumo de producción presenta dos grupos de características que pueden variar espacialmente. Por un lado están aquellas no modificables (en mayor grado) por el dueño en respuesta a información del mercado; como el tipo de suelo y su estructura, la profundidad (aunque la tasa a la que se pierde o genera suelo puede ser modificada en cierto grado), potencialidad erosiva (aunque su intensidad es susceptible de ser modificada), la topografía general, y el clima (incluyendo la temperatura, lluvia y radiación solar). Por otro lado están aquellas características edáficas que pueden ser modificadas por el dueño ante cambios en la situación de mercado; como el drenaje, nivelado o terraplenado, acidez, fertilidad, contenido de agua, control de la erosión (incluyendo vías de desagüe, sistemas de labranza conservacionista y siembra directa, obras de control). Palmquist dividió al vector de características de la tierra ( $Z = (Z_1, \dots, Z_n)$ ) en dos, separando así las características de la tierra que no pueden ser modificadas por el dueño, es decir que son exógenas a la decisión del dueño ( $Z' = (Z_1, \dots, Z_k)$ ); de las que pueden ser modificadas por el dueño, es decir que están bajo su control ( $Z^0 = (Z_{k+1}, \dots, Z_n)$ ).

El propietario al modificar las características de la tierra que están bajo su control, tiene

como función objetivo la maximización de su ganancia desde el arriendo de la parcela, este planteo puede expresarse como:

$$\text{Maximizar } R^S = R(Z', Z^0) - C(Z', Z^0, r, \beta)$$

$$\text{Sujeto a: } R^S \geq 0 \quad (7)$$

siendo  $R^S$  la ganancia del propietario,  $R(.)$  el precio de arriendo de la tierra de (1),  $C(.)$  la función de costos del propietario,  $r$  un vector de precios de insumos y  $\beta$  un vector de características del dueño (como su destreza gerencial para conseguir financiamiento para realizar inversiones en su tierra).

La condición de primer orden del problema (7) requiere que el costo marginal de las características iguale al precio de mercado de esa característica del suelo, es decir que:

$$CMg(Z^0) = P(Z^0)$$

Con esta condición y como la función de oferta del dueño representa los precios para los cuales el propietario podría hacer disponible su parcela de tierra en el mercado, se puede entonces formular la función de oferta del dueño como:

$$w(Z', Z^0, R^{SD}, r, \beta) = R^{SD} - C(Z', Z^0, r, \beta) \quad (8)$$

siendo  $R^{SD}$  el nivel de ganancia neto que desea obtener el propietario por su lote. El dueño de la tierra se encuentra limitado en las características que puede ofrecer al mercado, debiéndose circunscribir a las que están bajo su control.

La derivada parcial de la función de oferta ( $w$ ) con respecto a las características bajo su control es positiva y representa el costo marginal de esa característica,

$$W(Z^0 i) = \partial C / \partial Z^0 i \geq 0 = CMg(Z^0 i)$$

y la segunda derivada de la función de oferta con respecto a las características bajo el control de los dueños es positiva y representaría la pendiente de la función de costo marginal en el equilibrio maximizando la ganancia del propietario,

$$W(Z^0 \text{ i } Z^0 \text{ i}) = \delta^2 C / \delta Z^0 \text{ i}^2 \geq 0, = \text{Pendiente } f \text{ CMg}(Z^0 \text{ i})$$

La derivada parcial de la función de oferta respecto a la ganancia deseada es igual a la unidad,

$$w(R^{SD}) = \delta w / \delta R^{SD} = 1,$$

por lo que una mayor ganancia deseada por parte del propietario requeriría un aumento recíproco en el valor de oferta de la tierra.

Finalmente el propietario maximizará su ganancia, cuando su costo marginal para la característica bajo control se iguale al precio de esa característica en el mercado ( $\text{CMg}(Z^0 \text{ i}) = P(Z^0 \text{ i})$ ). Para las características fuera de su control los precios están determinados totalmente por la demanda ( $P(Z^0 \text{ i}) = f(k)$ ).

Se deben ahora analizar las condiciones del mercado. Por un lado está la influencia sobre los precios que puedan tener las partes interventoras; la lista de precios de arriendo en el mercado está determinada por la interacción de arrendatarios y dueños de la tierra, sin embargo, ambos grupos toman esta lista de precios como algo dado, es decir para ellos el precio es un dato puesto que cada uno individualmente, no tiene posibilidad de influir en él. En este punto no se consideran las relaciones particulares que existen entre quienes participan en el mercado. De esta manera los cambios que se puedan generar en la lista de precios, eliminan los excesos de demanda o de oferta por las parcelas para cada set de características, para ubicarse en el punto de equilibrio maximizador de mercado.

Por otro lado, están las condiciones planteadas por Rosen respecto a las características de arrendatarios y de propietarios, pero ahora considerando el mercado de la tierra agrícola

como un insumo de producción. Una de ellas se refiere a si  $\alpha$ , el vector de características de los arrendatarios, es igual en cuyo caso la forma funcional de la lista de precios hedónica de licitación podría ser cóncava en las características; sin embargo, esto no sucede en la realidad, los arrendatarios poseen habilidades para un grupo particular de cultivos o tipo de agricultura. Otra es si  $\beta$ , el vector de características de los propietarios, es igual entonces, la forma funcional de la lista de precios hedónica de oferta podría ser convexa en las características bajo su control (aunque no necesariamente en las exógenas); situación que no aparece en la práctica, los propietarios tienen habilidades distintas en relación a la gestión del financiamiento para mejoras de su tierra y poseen distintos tamaños de parcelas.

Otros puntos adicionales se refieren a si la oferta esta fija y al tamaño del mercado y su grado de relación con otros mercados. Al considerar el suelo para el uso agrícola no se puede concluir que su oferta esté fija; el suelo tiene usos alternativos, su destino además del agrícola puede ser minería, recreación, urbanístico e industrial. Debido a la presencia de estos usos alternativos, el precio de arriendo de tierras que poseen un grupo de características dado para usos alternativos, fija un límite inferior al precio de arriendo en la agricultura. En relación al tamaño de mercado de arriendo de tierras, una consideración es el grado de influencia que tenga una zona agrícola con otra zona; así un mercado puede ser solo local, puede ser regional o puede abarcar todo el ámbito de un país por ejemplo. También, la existencia de costos de traslado por parte de los arrendatarios puede estar circunscribiendo distintos mercados. Algunas regiones pueden recibir alguna influencia particular, ya sea por las condiciones productivas, por la cultura y tradiciones o por políticas específicas que en ellas se apliquen. Existen productos que pueden ser desarrollados sólo en ciertas regiones del país, sin embargo otros pueden tener un ámbito producción de tipo nacional debido a su plasticidad, tradición o la inexistencia de políticas regionales que puedan estar influenciándolos. Debido a las mismas razones los mercados de arriendo de tierras por ejemplo, pueden presentarse segmentados; si este fuera el caso, el modelo debe aplicarse a un segmento particular y luego analizar las posibilidades de extrapolación, o la ampliación del estudio a una región más amplia.



### **6.3.- Metodología de aplicación de Precios Hedónicos**

A continuación se presentan las etapas que debe considerar una aplicación empírica del enfoque hedónico para estimar el valor del agua para riego:

- **Etapas I. Planteamiento del modelo**

Para la aplicación práctica del método de precios hedónicos se debe establecer una muestra de propiedades en la cuenca y levantar todos sus atributos (características del terreno, de los cultivos, de clima, de ubicación respecto a vías de transporte, de disponibilidad de servicios básicos, disponibilidad y seguridad de agua de riego, y otras características a determinar en los focus group y pre-test que se realicen en la etapa de aplicación).

A partir de la base de datos construida, se aislará económicamente el efecto que el riego tiene sobre el valor del sitio, obteniéndose una ecuación como la siguiente:

$$P_i = g(S, Z_i; y)$$

$$B_i = \frac{\partial P_i}{\partial s}$$

donde:

P<sub>i</sub> = precio (total o por m<sup>2</sup>) del lote i

S = vector que mide la disponibilidad de agua para riego

Z<sub>i</sub> = vector de otros atributos del lote i

y = vector de coeficientes a ser estimados económicamente

B<sub>i</sub> = cambio de valor asociado a la presencia de riego, equivalente al beneficio del proyecto para el propietario del lote i.

Algunos problemas metodológicos necesarios de abordar a la hora plantear el modelo son los siguientes:

a) Elección de la variable dependiente: Las observaciones sobre precios.

Las primeras dudas que surgen a la hora de estimar una función hedónica utilizando las técnicas de regresión están relacionadas con la variable dependiente. Si, el mercado de la tierra no se considera un mercado único sino segmentado, existirán distintos sub-mercados de la tierra (propiedad / alquiler, cultivo de trigo / otros cultivos, etc.), donde se intercambian distintos productos y donde la variable “precio de la tierra” es diferente.

Para resolver este punto es de vital importancia el análisis de la zona geográfica donde se aplicará el método, pues es de vital importancia contar con transacciones reales de tierra para su aplicación, ya sea en arriendo o venta.

b) Elección de las variables independientes: Las observaciones sobre características.

Una primera cuestión a dilucidar es determinar que variables representativas de las características del terreno deben ser incluidas en la regresión hedónica. Estas deben ser aquellas características que permitan explicar el precio del bien, en este caso la tierra. Sin embargo, se da la paradoja de que no se sabe con certeza la relevancia de las variables para explicar dicho precio hasta que no se estime la regresión hedónica. Por esta razón, la recomendación inicial para decidir que variables se incluyen en la estimación, es contemplar aquellas que a priori parecen explicativas del precio de este bien, siempre que así quede refrendado por la teoría o la experiencia de otros estudios empíricos relacionados.

Vicente (1996), en su modelo hedónico del mercado de arriendo de tierra para trigo, consideró siete grupos de variables:

- Variables sobre las características del contratista
- Variables sobre las características del lote
- Variables de enlace entre el lote y el contratista
- Variables de enlace entre contratista y dueño, arreglo y relación
- Variables de valoración (variables dependientes)

- Variables sobre el dueño del lote
- Variables instrumentales

- Etapa II Selección de fuentes de información

Dependiendo si el modelo ha sido planteado para el mercado de arriendo o compra-venta de tierra, habrá distintas formas de obtener los precios de estas. En el caso de tierra en arriendo la información puede obtenerse a través de una encuesta a los arrendatarios. Si se trabaja en el mercado de compra-venta se realizará una revisión de las transacciones de tierras inscritas en el Conservador de Bienes Raíces. Una posible alternativa para obtener los datos acerca de los precios de estos terrenos es consultar directamente a los propietarios (o arrendatarios, según sea el caso) vía una entrevista, y validar los valores obtenidos con tasaciones de peritos.

Se considera la obtención de información en municipalidades sobre regulaciones de uso de suelo tales como el uso permitido del suelo, si el terreno está sujeto a expropiaciones, el porcentaje de ocupación del suelo, y otras.

#### Diseño del cuestionario

Para tener una primera aproximación de las variables que deben incluirse en el modelo se realizará un focus group. La idea es permitir a un grupo pequeño de agricultores expresar libremente las razones por las que eligen un lote y las que definen el valor de venta ó arriendo que están dispuestos a pagar. Esta información será clave en la confección de la encuesta definitiva.

Posteriormente, se confecciona una pre-encuesta con las variables relevantes que se obtuvieron del focus group y se testea con un número reducido de agricultores. Con el objetivo de validar las variables y medir el grado de entendimiento de las preguntas planteadas.

- Etapas III Recolección y procesamiento de datos

En esta etapa se procede a levantar y sistematizar la información definida en el punto anterior.

En el caso de la encuesta, una vez definido el tamaño muestral, se tomará en forma personal en terreno, para lo cual los encuestadores visitarán los diversos predios, entrevistándose con los agricultores. Una vez finalizada la encuesta se realiza el procesamiento de la misma.

- Etapas IV Elección de la forma funcional.

En esta etapa será necesario reflexionar acerca de la elección de la forma funcional más adecuada para estimar la regresión hedónica o que obtiene el mejor ajuste posible entre las observaciones de precios y características utilizadas en la estimación.

La decisión sobre la forma funcional de la regresión es una decisión fundamentalmente empírica, puesto que la teoría no ofrece ninguna forma funcional que prevalezca (Mendelson, 1985; Epple, 1987).

A partir del repaso de numerosos trabajos empíricos que siguen el enfoque hedónico (Tránchez, 2002), se pueden observar diferentes posibilidades para la elección de la forma funcional más adecuada en la estimación de la regresión hedónica:

1.- Uno de los métodos más comunes en la literatura empírica consiste en elegir una única forma funcional, justificándola, y explicando los argumentos favorables que llevan a dicha elección. Desde esta línea de trabajo se han propuesto distintas formas funcionales para realizar el ajuste entre precios y características cada una con ventajas e inconvenientes.

- a) Una *forma funcional lineal*. Es la forma funcional más sencilla y de interpretación más inmediata y ha sido utilizada en muchos trabajos en el ámbito hedónico. Según esta forma la regresión entre precios y características podría venir expresada como:

$$P = \beta_0 + \sum_i \beta_i \cdot Z_i + \mu_i$$

Siendo: P la variable dependiente o explicada

$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_i$  los coeficientes de regresión

$Z_0, Z_1, \dots, Z_i$  las distintas variables independientes

$\mu_i$  el error de la estimación

$$\beta_i = \frac{\partial P}{\partial Z_i}$$

En este caso el cálculo de las derivadas de la función hedónica con respecto a cada característica (coeficientes de la regresión) resulta de fácil interpretación como los precios implícitos o valoración marginal de cada característica. En este sentido, expresan la variación que se produce en la variable dependiente (precio de la tierra) ante variaciones unitarias en la variable independiente, si esta es cuantitativa, o por cumplirse la variable independiente, si es cualitativa.

En principio, esto facilita el análisis empírico y permite la utilización posterior de estos precios implícitos obtenidos. Sin embargo, en muchas ocasiones el supuesto de linealidad de la regresión no puede sostenerse según los datos de que se dispone y parece necesario, en aras de la exactitud, realizar alguna transformación en la ecuación de regresión (logarítmica, semilogarítmica, etc.). Esta mayor exactitud tendrá como contrapartida una pérdida de la operatividad empírica

que presenta la forma funcional lineal con el significado típico de los precios implícitos.

b) Una forma funcional logarítmica. En este caso la regresión entre precios y características se expresaría como:

$$\ln P = \beta_0 + \sum_i \beta_i \cdot \ln z_i + u_i$$

$$\beta_i = \frac{\partial \ln P}{\partial \ln z_i} = \frac{z_i}{P} \cdot \frac{\partial P}{\partial z_i}$$

Con esta forma funcional los coeficientes estimados en la ecuación de regresión (precios implícitos) cambian su significado. Ahora los coeficientes hedónicos representan la elasticidad o variación en términos porcentuales que se da en la variable explicada (el precio) ante cambios también porcentuales en la variable explicativa si es cuantitativa (ej: superficie) o ante la existencia del atributo, si la variable es cualitativa (ej: tener acceso pavimentado).

c) Una forma funcional semilogarítmica. Ahora tendremos:

$$\ln P = \beta_0 + \sum_i \beta_i \cdot z_i + u_i$$

$$\beta_i = \frac{\partial \ln P}{\partial z_i} = \frac{1}{P} \cdot \frac{\partial P}{\partial z_i}$$

También con esta función cambia la interpretación o significado que deben tener los coeficientes de regresión estimados. Ahora dichos coeficientes miden variaciones porcentuales de la variable dependiente ante cambios unitarios en la variable independiente.

2.- Un segundo método utilizado en la literatura, para elegir la forma funcional de la regresión hedónica, ha sido estimar la regresión para diferentes formas funcionales a priori (lineal, logarítmica, semilogarítmica, etc.) y seleccionar finalmente aquella que proporciona el mejor ajuste posible de los datos.

Este método tiene como ventaja su evidente utilidad práctica al hacer la selección en función de los ajustes efectivos obtenidos, lo que previsiblemente dará una solución adecuada a la elección de la forma funcional. Sin embargo, como inconveniente podemos señalar que, a pesar de determinar la forma funcional definitiva tras realizar diferentes ajustes, se han de elegir a priori determinadas formas funcionales para las distintas pruebas, lo que sigue implicando cierta discrecionalidad. Además podría darse el caso de que el mejor ajuste de precios y características viniera dado por alguna forma funcional que no hubiera sido objeto de prueba. Otro inconveniente es que las formas funcionales consideradas, a pesar de ser las más adecuadas para realizar el ajuste, no sean útiles para posteriores aplicaciones empíricas con los precios hedónicos obtenidos.

3) Otra línea muy utilizada en los trabajos hedónicos, es la utilización de la metodología de transformación desarrollada por Box y Cox en 1964. Según dicha metodología, se intenta establecer un marco estadístico relevante que ordene el proceso y sirva de referencia para elegir la forma funcional más conveniente de la función hedónica.

La metodología Box-Cox se basa en la posibilidad de deducir la forma funcional que mejor se ajusta a las observaciones sin necesidad de determinarla a priori. Este método considera que existe un amplio abanico de formas funcionales comprendidas entre la lineal y la semilogarítmica (casos extremos) que pueden ser adecuadas y todas estas formas funcionales

pueden determinarse de forma empírica a partir de la transformación de Box\_Cox. (Ver Tabla 6.1.). Se cuenta con una forma funcional generalizada donde se sitúan los valores obtenidos en la transformación Box-Cox y se calculan entonces las diferentes formas funcionales específicas, que serán considerados casos concretos de dicha forma funcional generalizada.

La transformación Box-Cox representa de este modo diferentes posibilidades de relación entre la variable dependiente (precio) y las variables independientes (diferentes  $z_i$ ) según sea el valor de los parámetros  $\lambda$  y  $\theta$  calculados.

Tabla 6.1: Familia de transformaciones Box – Cox

Para la variable dependiente	Para las variables independientes
$P^{(\lambda)} = (P - 1) / \lambda \quad \text{para } \lambda \neq 0$ $= \text{Ln}P \quad \text{para } \lambda = 0$	$z_i^{(\theta)} = (Z_i^\theta - 1) / \theta \quad \text{para } \theta \neq 0$ $= \text{Ln}z_i \quad \text{para } \theta = 0$

Fuente: Box y Cox (1964)

Estos valores que ofrece la transformación Box- Cox se deben observar sobre una forma funcional tomada a priori como generalizada y flexible:

$$P^{(\lambda)} = \beta_0 + \sum \beta_i \cdot z_i^{\theta_i} + u_i$$

A partir de esta familia de transformaciones se puede observar la existencia de distintos casos extremos: Si obtenemos el valor  $\theta=1$  la ecuación de regresión concreta será un caso de función lineal. Si por el contrario obtenemos el valor  $\theta=0$  estamos ante una función semilogarítmica. Para valores de  $\theta$  entre 0 y 1 estaremos ante casos de formas funcionales no lineales, pero menos extremas que la semilogarítmica.



Resulta por lo tanto necesario estimar el valor de los coeficientes ( $\lambda$  y  $\theta$ ) de la transformación Box-Cox, para saber si estamos ante un caso concreto de forma funcional lineal, logarítmica, semilogarítmica, etc. Y para estimar estos coeficientes se utilizarán las técnicas habituales de máxima verosimilitud. Posteriormente, se emplean test estadísticos (*t-ratio*; *likelihood ratio test*) para determinar si las distintas formas funcionales concretas determinadas son apropiadas para ajustar la ecuación hedónica.

La elección de la forma funcional de la ecuación de regresión debiera ser una cuestión de índole empírica, en la que debe primar esencialmente el hecho de que dicha forma funcional permita un ajuste adecuado de las distintas observaciones realizadas sobre precios y características y que dicho ajuste suponga niveles de error o desviaciones lo más pequeñas posibles.

- Etapas V Estimación empírica de la función hedónica

Para estimar la regresión hedónica que relaciona precios y características de los terrenos se seguirán básicamente los criterios metodológicos expuestos por Peña (1989). La elección de esta metodología resulta adecuada por su tratamiento ordenado y clarificador de muchas de las cuestiones relacionadas con este tipo de regresiones.

Resulta posible distinguir una serie de pasos en dicho proceso metodológico:

- 1.- Planteamiento de las hipótesis básicas para la estimación.
- 2.- Análisis exploratorio previo de los datos y variables.
  - Estadísticos descriptivos de las variables de la regresión.
  - Matriz de correlaciones entre las variables.
  - Gráficos de dispersión entre la variable dependiente y las independientes.

- Regresiones simples entre la variable dependiente y las independientes.

3.- Estimación de los parámetros y obtención de estadísticos de contraste.

4.- Diagnósis. En esta etapa se concluye acerca de cuáles son las variables que impactan de manera significativa en la variable dependiente.

## **VII.- Análisis del área geográfica del proyecto**

### **7.1. Antecedentes Generales<sup>21</sup>**

#### **7.1.1. Localización Geográfica, Extensión y Límites**

Las cuencas de los Ríos La Ligua y Petorca se ubican en la zona norte de la V Región del país, conformando sus valles gran parte de la Provincia de Petorca. La primera de dichas cuencas se extiende hacia el norte hasta el límite con la IV Región, en tanto la segunda de ellas limita por el sur con la cuenca del río Aconcagua.

La Provincia de Petorca, administrativamente, comprende 5 comunas: La Ligua, Petorca, Cabildo, Zapallar y Papudo.

De acuerdo con los datos del Censo de 2002 del INE, la Provincia de Petorca superaba los 70.000 habitantes, con una densidad promedio de 15,4 hab/km<sup>2</sup>. La población se encuentra concentrada en las comunas de La Ligua, con una proporción de un 45%, es decir algo más de 31.000 habitantes, le sigue Cabildo con el 27%, equivalente a más de 18.000 habitantes y finalmente Petorca con una proporción de un 13% y más de 9.000 habitantes. Le siguen en importancia Papudo y Zapallar, con poco más de 4.500 y cerca de 5.500 habitantes, respectivamente.

#### **7.1.2. Climáticos, Hidrológicos, Geológicos y Geomorfológicos**

El clima en la zona costera es de tipo templado cálido, influido por el océano, de homogeneidad térmica. La temperatura media anual es del orden de 15° C con medias mensuales de 11° y 18° C en invierno y verano respectivamente. Hacia el interior el clima es del tipo estepa, con temperaturas medias de 15° C en invierno y 22° C en

---

<sup>21</sup> Los antecedentes presentados en esta sección han sido extraídos del “Estudio de Factibilidad Obras de Regulación para los Valles de La Ligua y Petorca”, AC Ingenieros Consultores Ltda., 2006.

verano, apreciándose una anomalía térmica aumentando la temperatura con la altura. Finalmente en la parte alta se presenta un clima cordillerano con existencia de fuertes heladas en invierno.

La precipitación media en la parte baja y media de la cuenca es de alrededor de los 275 mm/año, mientras que en la parte alta llega incluso a 700 mm/año.

La vegetación natural de los valles es generalmente rala y del tipo de pastos de temporada, típico de climas secos. Se presentan algunos matorrales relativamente densos en fondos de quebradas. En sectores asociados a vertientes se encuentran cubiertas vegetacionales que corresponden a terrenos de vegas o pantanosos. La parte central del valle presenta características favorables para la producción de frutales y chacarería temprana.

En relación a la geología, la zona en estudio se caracteriza por presentar una gran potencia de rocas ígneas efusivas, inter-estratificadas con sedimentos marinos y continentales, cuyas edades fluctúan entre el Mioceno Superior – Cretácico Superior y Terciario Inferior.

Geomorfológicamente, la zona que se ubica en la región denominada de los valles transversales, que se extiende entre los ríos Aconcagua por el sur y Copiapó por el norte, se caracteriza por la ausencia de la depresión central, intercalada entre la cordillera de los Andes y de la Costa. Los cordones de cerros de ambas cordilleras, se suceden sin discontinuidades importantes, entre el océano y la frontera con Argentina, alcanzando alturas de 100 a 300 msnm en la costa y de unos 3.500 msnm en las cabeceras.

En términos de uso de los recursos hídricos superficiales, el mayor usuario en cantidad es el regadío. No existen demandas para el uso en hidroelectricidad y en la minería son muy pequeñas. En relación al agua subterránea, las características de la demanda en

regadío son similares, pero además se extrae el recurso para el abastecimiento de agua potable, en diversas localidades de la zona.

### **7.1.3 Generalidades de las cuencas**

#### **7.1.3.1 Cuenca Río La Ligua**

La cuenca cuenta con una extensión de unos 2.037 km<sup>2</sup> extendiéndose entre los paralelos 32°10' y 32°40' de latitud sur, quedando limitada por la cuenca del río Petorca en el norte y la del río Aconcagua en el sur.

El río La Ligua nace con el nombre de río Alicahue en la Cordillera de Los Andes a unos 4.100 m.s.n.m, escurriendo de oriente a poniente hasta desembocar en el mar, en el sector de Las Salinas de Pullally, luego de recorrer alrededor de 90 km. Su afluente principal es el estero Los Ángeles, el cual desemboca 4 km aguas arriba de la ciudad de Cabildo, punto desde el cual pasa a denominarse río La Ligua. Otros afluentes de menor relevancia, corresponden a la quebrada La Cerrada en el sector de Alicahue, la quebrada La Patagua, a la altura de la ciudad de La Ligua y el estero Jaururo en las cercanías del cruce con la carretera Panamericana. Todos estos afluentes, sin embargo, son de escasa importancia en la temporada de riego por ser de carácter netamente pluvial, lo que implica fuertes escurrimientos superficiales en el período de invierno, producto de las lluvias, siendo los de la temporada de riego de escasa significación.

El área de riego en el valle del río La Ligua, comprende una superficie de 6.946 ha. También existen áreas de riego en el valle del estero Los Ángeles y estero Jaururo, que suman un total de 2.384 ha. El área es regada por canales que captan recursos en el río y esteros correspondientes.

Los caudales del río Alicahue presentan un régimen marcadamente nivo-glacial, es decir que la mayor parte escurren durante el período de deshielo, disminuyendo sensiblemente durante el verano y otoño.

En la alta cordillera existe un embalse que regula una hoya hidrológica reducida del río Alicahue. Este embalse que se conoce como Laguna Chepical, está ubicado a 3.000 m.s.n.m y posee una capacidad de regulación de 3,7 millones de m<sup>3</sup>.

#### **7.1.3.2 Cuenca Río Petorca**

La cuenca del río Petorca, abarca una superficie de 1.986 km<sup>2</sup>, se extiende entre los paralelos 32° y los 32°20' de latitud sur. Limita por el norte con la cuenca del río Choapa y por el sur con la del río Ligua.

El río Petorca nace con el nombre del río Sobrante en la cordillera de Los Andes, a unos 2.800 m.s.n.m escurre de oriente a poniente hasta desembocar en el mar en el sector de Las Salinas de Pullally, luego de un recorrido aproximado de 100 km. Su afluente principal es el río Pedernal que escurre de norte a sur y desemboca en el Sobrante a la altura del pueblo de Chicolco, punto desde el cual el río pasa a denominarse Petorca. Otros afluentes dignos de mención son el estero Las Palmas en el sector de Pedegua y la quebrada La Chincharra o Denker situada a unos 19 km de su desembocadura en el mar. Ambos afluentes son de régimen pluvial, presentando escurrimientos superficiales importantes sólo en el período de invierno, siendo los de la temporada de riego poco significativos.

El área de riego de la cuenca comprende una superficie total de 5.160 ha que se distribuyen en los valles de Perdenal, Sobrante, Petorca y una pequeña superficie en el estero Las Palmas.

Las aguas del río Petorca en su sector superior tienen un régimen marcadamente nival, caracterizado por escurrimientos importantes en el período de deshielo y un fuerte estiaje en verano y otoño.

Los aportes superficiales del río Sobrante cuentan con el efecto regulador de un embalse cordillerano, denominada Laguna del Sobrante que por ser de tamaño

reducido, con una capacidad de almacenamiento de 0.2 millones de m<sup>3</sup>, tiene poca incidencia en el riego.

### **7.1.3.3 Embalses Proyectados**

Las alternativas de localización de los embalses, consideran la mejor distribución geográfica de la superficie de aumento de riego, buscando la uniformidad de riego a lo largo de cada valle, con el objeto de lograr el desarrollo agrícola integral de dichos valles.

**Figura 7.1**  
**Ubicación de embalses proyectados**



#### **VALLE DE PETORCA**

Pedernal: Capacidad máxima de 50 Hm<sup>3</sup>.  
Las Palmas: Capacidad máxima de 50 Hm<sup>3</sup>

#### **VALLE DE LA LIGUA**

Alicahue: Capacidad máxima de 50 Hm<sup>3</sup>.  
Los Ángeles: Capacidad máxima de 50 Hm<sup>3</sup>.

- Las superficies de riego beneficiadas corresponden a las siguientes:
  - Valle de Petorca
    - Embalse Pedernal: Superficie beneficiada 9.790 ha
    - Embalse Las Palmas: Superficie beneficiada 11.910 ha
  - Valle de la Ligua
    - Embalse Alicahue: Superficie beneficiada 10.426 ha
    - Embalse Los Ángeles: Superficie beneficiada 11.802 ha
  
- Levantamiento de los Sitios de Presa:
  - Sitio Embalse Pedernal: 68 ha
  - Sitio Embalse Las Palmas: 55 ha
  - Sitio Embalse Alicahue: 56 ha
  - Sitio Embalse Los Ángeles: 68 ha
  
- Levantamiento de Áreas de Inundación:
  - Sitio Embalse Pedernal: 544 ha
    - Sector de mediana complejidad topográfica, gran parte de la superficie con plantaciones de paltos, nogales, limones, etc.
  - Sitio Embalse Las Palmas: 727 ha
    - Sector de mediana a alta complejidad topográfica, debido la vegetación relativamente alta y variados accidentes topográficos como quebradas.
  - Sitio Embalse Alicahue: 615 ha
    - Sector de alta complejidad topográfica debido principalmente a la alta y densa vegetación que caracteriza al 70 % del sector.
  - Sitio Embalse Los Ángeles: 847 ha
    - Sector de baja complejidad topográfica. En general la vegetación es baja, excepto en algunas zonas de los cerros en que la vegetación espinosa (Tebo) impide el desplazamiento de los alarifes.



## **7.2 Estudios de la zona**

### **7.2.1 Topografía**

Todo el sistema se encuentra ligado al vértice de Primer Orden del Instituto Geográfico Militar (IGM) de nombre “Pozas”, cuyas coordenadas son: Norte = 6.415.901,96 m; Este = 307.293,931 m y Cota = 1.041,38 msnm del Datum Provisorio PSAD-56. Dicho vértice se encuentra a unos 13 Km al norte de Cabildo y se accede por el sector de Pedegua, desde este punto a la cima del cordón montañoso en donde se encuentra el vértice, se debe cabalgar por alrededor de 1 hora y 40 minutos, debido a la densa vegetación espinosa (Tebos) propia del sector.

Para ligar los distintos sectores en donde se emplaza cada embalse se realizó una poligonal principal en base a una secuencia de mediciones con equipos GPS. Dicha poligonal consta de 6 vértices los cuales son: Pozas (IGM), LP01 (sector Las Palmas), PE01 (sector Pedernal), ALI2 (sector Alicahue), LA01 (sector Los Ángeles) y el PN 7 – E - 25 (Pilar IGM sector Puente. La Sirenita).

La longitud aproximada de cada uno de los vectores medidos son las siguientes.

POZAS – LP01	=	17,5	km.
LP01 – PE01	=	30,7	km.
PE01 – ALI2	=	18,7	km.
ALI2 – LA01	=	30,3	km.
LA01 – PNIV	=	9,5	km.
PNIV – POZAS	=	7,8	km.

Altimétricamente los cuatro sectores fueron ligados al Pilar de Nivelación 7 – E - 25 año 1985 del IGM, cuya cota sobre el nivel medio del mar corresponde a 240,504 m . Este punto se encuentra empotrado en uno de los muros del puente La Sirenita que cruza el estero Los Ángeles, ubicado aproximadamente a unos 8 Km al poniente de Cabildo, en el sector denominado camino La Mora.

### **7.2.2 Geología**

En los valles de La Ligua y Petorca se distinguen varias unidades geológicas que datan desde el Triásico al Cuaternario.

Los valles de La Ligua y Cabildo se caracterizan por presentar una gran potencia y cubrir la mayor parte del área de estudio, de rocas ígneas efusivas, inter-estratificadas con sedimentos marinos y continentales, cuyas edades fluctúan entre el Mioceno Superior-Cretácico Superior y Terciario Inferior. En la actualidad ninguno de los valles presenta actividad volcánica.

La geomorfología característica de las cuencas del río La Ligua y Petorca corresponden a un territorio formado por dos unidades morfológicas fundamentales: las planicies litorales fluviales y marinas o ambas a la vez, en la costa; y una zona montañosa interior donde la cordillera de la Costa y cordillera de Los Andes se unen desde el punto de vista del relieve.

Otro elemento fisiográfico que podría ser identificado claramente son los Valles Transversales. Los valles del río La Ligua y Petorca desde sus cabeceras, presentan llanuras fluviales reducidas y su cauce presenta un trazado de tipo recto. Los valles principales se orientan en sentido este-oeste y sus afluentes frecuentemente de corto recorrido se emplazan en estrechos valles con dirección norte-sur.

### **7.2.3 Calidad de Aguas**

Se plantea que en términos de concentración de sales, aumenta desde aguas arriba hacia aguas abajo. En ambas cuencas predominan el bicarbonato y el calcio por sobre los cloruros, indicando una situación típica de aguas continentales del tipo cálcico bicarbonatada.

Los tributarios del río Petorca, Sobrante y Pedernal, presentan bajos contenidos de sales disueltas. Aguas abajo de la ciudad de Petorca, el río aumenta paulatinamente su contenido de sales hasta la desembocadura en el mar.

En la cuenca del río La Ligua la situación es similar. Los tributarios Los Ángeles y Las Pataguas, presentan bajos contenidos de sales disueltas. El cuerpo principal del río La Ligua tiende a aumentar paulatinamente su contenido de sales a partir de la ciudad, hasta su desembocadura en el mar

Cuando se comparan con las normas para su uso en regadío o potable se encuentra que en el primer aspecto considerado, salvo pequeños tramos puntuales, el agua excede ligeramente en el Boro la norma para su uso en producción agrícola.

Por otro lado, en términos de uso potable, el agua mantiene las mismas características, es decir, excede ligeramente, la norma en el contenido de hierro.

En ambos ríos no se nota alguna fuente contaminante y en el caso de la concentración de sales, es evidente que el aumento de las concentraciones, se debe más a un proceso natural de la evolución química del agua, en su recorrido hasta el mar.

#### **7.2.4 Hidrología**

Se analizaron diferentes escenarios y se concluyó que los recursos disponibles permitirían desarrollar embalses interanuales por una capacidad de 150 millones de m<sup>3</sup> en el valle del río La Ligua y 130 millones de m<sup>3</sup> en el valle del río Petorca.

Se evaluaron los recursos hídricos subterráneos con el fin de analizar la factibilidad de escenarios de derechos de aprovechamientos subterráneos en el valle del río Ligua. Se puede señalar que para los escenarios de derechos otorgados a diciembre 95 y derechos comprometidos a marzo 2001, en general los efectos del bombeo sobre los volúmenes de los acuíferos no se manifiestan de manera importante sobre los niveles de napa. Por otro lado, el efecto del bombeo sobre los caudales captados por los canales se considera menor y sobre los caudales de los ríos, en general resulta despreciable.

### **7.2.5 Hidrogeología**

El objetivo principal es determinar las características de los acuíferos existentes en los valles, tanto su geometría como parámetros y en la medida de lo posible, definir conceptualmente la relación existente entre río y acuífero.

Se definen dos unidades cuaternarias principales en el valle: sedimentos cuaternarios antiguos, los cuales conforman niveles aterrazados y los sedimentos cuaternarios recientes asociados al cauce actual del río Petorca. En esta última unidad, se reconoce el acuífero principal desarrollado en sedimentos de granulometría tipo gravas gruesas y arenas con intercalaciones de capas de arena-limo-arcilla, que en conjunto presentan un espesor no mayor que 20-25 m. La información estratigráfica y las pruebas de bombeo de los sondajes construidos en este valle, se concentran tanto en la cabecera como en la desembocadura del río Petorca.

Respecto de sus tributarios, Río El Sobrante y Estero Chalaco, el acuífero se reconoce sólo en sus primeros 10 a 15 m de profundidad, donde las mejores expectativas acuíferas radican entorno de los 8 m de espesor.

Respecto de la unidad cuaternaria antigua, constituida por arenas finas con intercalaciones de limo-arcillosos con un cierto grado de consolidación, carece de expectativas favorables para el desarrollo de acuíferos. Sin embargo, desde el Puente Longotoma hacia La Costa, posibilita la existencia de acuíferos en profundidad, los cuales tienen presión de confinamiento y son potencialmente interesantes.

Para La Ligua definen un acuífero freático asociado a sedimentos de granulometría tipo gravas medias con una fracción gravillenta subordinada y matriz limosa escasa en los primeros 20 a 25 m de profundidad. Infrayaciendo a esta unidad, se define un depósito sedimentario, cuya fracción clástica presenta gravas y arenas inmersas en una abundante matriz constituida por limos y arcillas. Se desconoce el espesor de esta unidad, sin

embargo entre la desembocadura y la localidad de La Ligua estiman un espesor que posiblemente supere los 90 m.

Se define un acuífero freático desarrollado en sedimentos tipo gravas y arenas con escasa presencia de material fino, de alta permeabilidad y de espesor saturado medio de 24 m; su transmisibilidad media se determinó en 870 m<sup>2</sup>/día. Infrayaciendo a esta unidad, entre las localidades de Placilla y Valle Hermoso, define un acuitardo de espesor medio de 43 m y una transmisibilidad de 17 m<sup>2</sup>/día.

Desde la localidad de Placilla hasta la Ruta 5 Sur, define un acuífero confinado, cuyo espesor alcanza los 50 m y una transmisibilidad de 100 m<sup>2</sup>/día.

#### **7.2.6. Características de los Rellenos de los Valle de La Ligua y Petorca**

Lo primero que se presenta es una división en sectores tanto del valle de La Ligua como se Petorca y posteriormente se presenta un resumen con las características de cada sector.

- Valle del Río La Ligua:
  - Sección L01: Cabecera – Localidad de Alicahue
  - Sección L02: Localidad de Alicahue – Quebrada Pillén
  - Sección L03: Quebrada Pillén – Aguas arriba quebrada El Peumo
  - Sección L04: Quebrada La Hortiga – Junta Estero Los Ángeles con río La Ligua
  - Sección L05: Correspondiente a la cuenca asociada al estero Los Ángeles
  - Sección L06: Junta Estero Los Ángeles con el río La Ligua – Agua debajo de la localidad de Monte Grande
  - Sección L07: Aguas debajo de Monte Grande – Aguas abajo localidad El Ingenio
  - Sección L08: Localidad El Ingenio – Junta Estero La Patagua con el río La Ligua

- Sección L09: Cuenca asociada al estero La Patagua
  - Sección L10: Junta estero La Patagua con el río La Ligua – Localidad La Ligua
  - Sección L11: Asociada a la cuenca de la quebrada El Pobre
  - Sección L12: Localidad La Ligua – Desembocadura
  - Sección L13: Cuenca asociada al estero Jaururo
  - Sección L14: Desembocadura río La Ligua
- Valle del Río Petorca
    - Sección P01: Cuenca asociada al río Pedernal
    - Sección P02: Cuenca asociada al río El Sobrante
    - Sección P03: Junta de los ríos El Sobrante – Pedernal hasta 1 km aguas debajo de la localidad de La Chimba
    - Sección P04: 1 km aguas abajo localidad La Chimba – Quebrada La Ñipa
    - Sección P05: Quebrada La Ñipa – Hierro Viejo
    - Sección P06: Hierro Viejo – Junta del estero Las Palma al río Petorca
    - Sección P07: Cuenca asociada al estero Las Palmas
    - Sección P08: Junta estero Las Palmas con el río Petorca – Localidad de Artificio
    - Sección P09: Localidad de Artificio – 900 m aguas arriba Honda
    - Sección P10: 900 m aguas arriba quebrada Honda – Junta del estero Ossandón con el río Petorca
    - Sección P11: Cuenca asociada al estero Ossandón
    - Sección P12: Junta del estero Ossandón con el río Petorca – Desembocadura
    - Sección P13: Desembocadura río Petorca

Tabla 7.1  
Resumen Caracterización Acuíferos Valle de La Ligua

Sección	GrEnt [%]	GrSal [%]	Ss [°/1]	k [m/mes]	W rep. [m]	H max [m]	Longitud [m]
1	2,70	2,70	0,060	1.800	300	10	5.000
2	2,70	2,00	0,100	900	1.100	50	8.500
3	2,00	1,50	0,150	900	1.450	100	8.000
4	1,50	1,00	0,120	900	1.600	100	5.700
5	1,20	1,20	0,150	300	1.100	40	13.000
6	1,00	0,70	0,100	2.500	1.000	70	7.000
7	0,80	0,75	0,107	1.500	1.000	80	7.000
8	0,75	0,60	0,070	4.000	750	65	3.800
9	2,50	1,10	0,060	150	700	20	7.000
10	0,60	0,50	0,100	2.000	1.338	65	5.500
11	1,00	0,60	0,060	600	400	15	1.800
12	0,60	0,60	0,060	4.500	400	70	12.500
13	0,50	0,30	0,060	300	400	30	4.300
14	0,60	0,10	0,060	900	400	70	1.500

Fuente: Elaboración propia en base a estudio de AC Consultores, ya citado.

Tabla 7.2  
Resumen Caracterización Acuíferos Valle de Petorca

Sección	GrEnt [%]	GrSal [%]	Ss [°/1]	k [m/mes]	W rep. [m]	H max [m]	Longitud [m]
1	2,50	2,20	0,06	800	500	30	5.000
2	2,50	2,20	0,12	800	1.100	30	6.000
3	2,20	1,70	0,06	1.500	1.300	30	8.000
4	1,70	1,50	0,06	1.700	1.000	30	7.360
5	1,50	1,00	0,12	2.500	800	40	4.250
6	1,00	0,90	0,10	2.500	1.200	40	8.000
7	1,50	1,40	0,07	800	1.000	40	5.500
8	0,90	0,85	0,10	3.500	1.000	50	9.150
9	0,85	0,80	0,12	3.500	1.200	50	7.000
10	0,80	0,80	0,10	2.500	2.000	50	8.000
11	0,60	0,50	0,09	800	400	50	7.000
12	0,80	0,80	0,09	4.500	1.300	50	16.100
13	0,80	0,10	0,06	900	1.300	50	1.500

Fuente: Elaboración propia en base a estudio de AC Consultores, ya citado.

### **7.2.7. Análisis Hidrogeológico**

Se definieron escenarios que representan situaciones de interés. Dichos escenarios se han definido atendiendo a las variables capacidad de bombeo desde los acuíferos, área de riego demandante de los sectores y presencia o ausencia de los posibles embalses de regulación. En todos estos escenarios se consideró eficiencias de riego mejoradas que representan la introducción de mayor tecnificación del riego.

- **Escenario Actual Base (A00)**

El escenario A00 es un escenario de diagnóstico. Considera como capacidad máxima de bombeo desde los acuíferos el total de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas otorgados hasta la fecha 26 de mayo de 2004, las áreas de riego demandantes son las incluidas en el Catastro del año 2001 y no se incluye ningún embalse. El objetivo de este escenario es determinar cuáles son las seguridades de riego que se obtienen, previa introducción de la tecnificación del riego, utilizando solamente los recursos superficiales y los subterráneos hasta un tope representado por los derechos otorgados, y conocer el comportamiento de los acuíferos en estas condiciones de explotación, es decir, si los bombeos resultan sustentables en el largo plazo o no, si provocan colapso o deprimen niveles durante los años secos más allá de lo razonable.

- Seguridad de Riego para Valle del Río La Ligua:
  - Sectores 2, 3 y 4 con seguridad del 100%
  - Sectores 1, 5, 6, 8, 11 y 12 con seguridad de riego menor al 25%
  - Sectores 7, 9, 10 y 13 sin seguridad de riego (0%)
- Seguridad de Riego para Valle del Río Petorca:
  - Sectores 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11 y 12 con seguridad del 100%
  - Sector 2 sobre el 85%
  - Sectores 1 y 3 bajo el 33%
  - Sector 7 sin seguridad de riego (0%)



- Escenario Actual considerando Embalses (A01)

El escenario A01 es el resultado de incluir sólo dos de los embalses propuestos para cada valle en el estudio de prefactibilidad, a la situación considerada en el escenario anterior (A00). Considera como capacidad máxima de bombeo desde los acuíferos el total de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas otorgados y las áreas de riego demandantes son incluidas en el Catastro del año 2001. El objetivo de este escenario es determinar cuáles son las seguridades de riego que se obtienen, previa introducción de la tecnificación del riego, utilizando las condiciones mencionadas.

- Seguridad de Riego para Valle del Río La Ligua:
  - Sectores 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 con seguridad del 100%
  - Sectores 10, 11, 12 y 13 con seguridad de riego menor al 8%
  - Sectores 9 sin seguridad de riego (0%)
- Seguridad de Riego para Valle del Río Petorca:
  - Sectores 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11 y 12 con seguridad del 100%
  - Sector 2 y 10 sobre el 85%
  - Sectores 1 y 3 entre 63% y 73%

- Escenario Futuro Base (F00)

El escenario F00 considera la superficie máxima de riego determinada en el estudio de modelación integral anterior. Considera la explotación de los acuíferos mediante los bombeos máximos sustentables que admiten y no se incluye embalses de regulación.

- Seguridad de Riego para Valle del Río La Ligua:
  - Sectores 4 con seguridad del 100%
  - Sectores 2 y 3 con seguridad de riego entre 40% y 45%
  - Sectores 1, 11 y 12 con seguridad de riego menor a 8%
  - Sectores 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 13 sin seguridad de riego (0%)

- Seguridad de Riego para Valle del Río Petorca:
  - Sectores 10, 11 y 12 con seguridad del 100%
  - Sectores 1 y 2 entre 35% y 50%
  - Sectores 3, 4, 5, 6 8 y 9 con seguridad menor a 6%
  - Sector 7 sin seguridad de riego (0%)

- Escenario Futuro considerando Embalses (F01)

El escenario F00 considera la superficie máxima de riego determinada en el estudio de modelación integral anterior y la inclusión de dos de los embalses por valle de los que se proponen en el estudio de prefactibilidad, así como la explotación de los acuíferos mediante los bombeos máximos sustentables que admiten.

- Seguridad de Riego para Valle del Río La Ligua:
  - Sectores 4 con seguridad del 100%
  - Sectores 1, 2, 3, 5, 6, 7 y 8 con seguridad de riego sobre el 70%
  - Sectores 11 y 13 con seguridad de riego menor a 7%
  - Sectores 9, 10 y 12 sin seguridad de riego (0%)
- Seguridad de Riego para Valle del Río Petorca:
  - Sectores 8, 9, 10, 11 y 12 con seguridad del 100%
  - Sectores 2 y 7 entre 50% y 98%
  - Sectores 1, 3, 4, 5 y 6 con seguridad menor a 15%

Se puede observar que tanto para el escenario F00 como para el escenario F01 se produce una disminución general en las seguridades de riego de los sectores definidos con respecto a las determinadas para los escenarios actuales. La principal explicación de esta situación es que la superficie futura de riego considerada es la determinada en el estudio de modelación integral ya mencionado, y dicho estudio contempla la inclusión de tres embalses de regulación para cada valle, mientras que el presente estudio considera sólo dos.

### **7.2.8. Interacción Napa - Río**

De acuerdo a los antecedentes disponibles, en la cuenca del río Ligua se producirían recuperaciones en el tramo Los Ángeles – Cabildo.

Por su parte, en el Valle del río Petorca, se producirían recuperaciones en los tramos: La Chimba – Manuel Montt y Artificio – Pullancón.

### **7.2.9. Clima**

La ubicación de la Región en el planeta determina las características fundamentales de su clima (Ulriksen, Parada y Aceituno, 1979). Esta es una zona de transición entre dos regiones que presentan características muy diferentes. El clima se encuentra influenciado por la dominancia alternada de condiciones anticiclónicas durante buena parte del año y condiciones frontales intermitentes durante el invierno que le otorga un clima mediterráneo con veranos cálidos y secos e inviernos fríos y húmedos de duración creciente en la medida que se avanza más al sur.

La cordillera de Los Andes es una característica fundamental del relieve que tiene incidencia en las variaciones climáticas y agroclimáticas, tal como lo hace el mar, que tiende a atenuar los extremos que impone la cordillera.

La posición de la cordillera de Los Andes frena el avance de las masas de aire provenientes del Pacífico hacia el este, produciendo una persistencia de las condiciones existentes por efecto de la presencia de una barrera.

El ascenso del aire forzado por el relieve se refleja también en un aumento de las precipitaciones en las vertientes occidentales tanto en la cordillera de Los Andes como en la cordillera de La Costa y un efecto de sombra orográfica al cruzar una barrera orográfica, es decir, disminución de las precipitaciones en la vertiente oriental de las dos cordilleras.

El relieve también influye en la distribución de temperaturas. La cordillera de La Costa aísla de la influencia oceánica, en cierta medida, a la depresión intermedia, que presenta por este hecho, características mucho más continentales.

El océano es otro factor climático de importancia al reconocer y entender las variaciones que se producen por su efecto. Su capacidad de acumular calor permite la regulación de las temperaturas, absorbiendo o entregando calor a la atmósfera. Las variaciones u oscilación térmica al interior, con características continentales, son mucho mayores que las que se detectan en la línea costera.

La cordillera de La Costa se comporta como una barrera que impide la penetración de masas de aire con mayor humedad o el desarrollo de vientos, tendiendo a aislar el valle central, también denominado valle longitudinal, del efecto del Pacífico.

De acuerdo a Papadakis (Novoa y Villaseca, 1989) la clasificación climática considera, entre los paralelos 32° a 38° de latitud sur, los climas Mediterráneo marino, Mediterráneo templado y Mediterráneo frío. El clima Mediterráneo se caracteriza porque las lluvias se presentan durante la estación fría, un período seco durante la estación cálida y un régimen térmico subtropical, es decir, con temperatura mínima absoluta del mes más frío entre -2,5 y 7°C.

El estudio del INIA considera a la Provincia de Petorca dentro de lo que denomina Grupo "Clima Mediterráneo" siendo relevantes para este proyecto los subgrupos: "Clima Mediterráneo Subtropical Semiárido" para casi la totalidad de los valles como es su parte agrícola y el "Clima Mediterráneo Frío", para el sector cordillerano. Según el estudio del INIA, el primer subgrupo incluye dos "agro climas" relevantes para el área del estudio, "Ovalle" y "La Ligua". El segundo subgrupo, el Agro clima "Alicahue".

#### **7.2.10. Adaptabilidad de los Cultivos**

De los parámetros agro climáticos presentados, puede concluirse que son óptimos para una gran gama de cultivos, especialmente frutales de hoja persistente como limonero, naranjo y paltos; frutales de hoja caduca de bajos requerimientos de frío, tales como almendros, nogales, cerezos, vides viníferas, berries, duraznos, damascos, olivos, etc.

En cuanto a cultivos anuales y hortalizas, en esta zona es posible el cultivo de una amplia gama de cultivos, tal como trigo, maíz, papa, porotos, melón, sandía, tomate, frutillas y tabaco, entre otros.

#### **7.2.11. Estudios de Suelos**

En los últimos años los suelos de laderas están siendo plantados con frutales, especialmente con paltos en la Vª Región, aprovechando las ventajas climáticas de esos sectores, mayor radiación solar y disminución de heladas, como también por las nuevas tecnologías en los métodos de riego y la plantación en camellones que mejoran las características de los suelos.

El riego tecnificado hace que los factores pendiente, micro relieve y pedregosidad carezcan de importancia, ya que es en estas condiciones tiene su máximo aprovechamiento y justificación.

La plantación en camellones permite mejorar la profundidad de arraigamiento de las plantas, profundidad que puede estar reducida por una acumulación de carbonatos y/o por la presencia de rocas en profundidad.

- **Capacidad de Uso de los Suelos**: Es una ordenación de los suelos existentes para señalar su relativa adaptabilidad a ciertos cultivos. Además, indica las dificultades y riesgos que se pueden presentar al usarlos.

Las clases convencionales para definir las Clases de Capacidad de Uso son ocho, ordenadas según sus crecientes limitaciones y riesgos en el uso. Desde la Clase I presenta suelos con pocas limitaciones que restrinjan su uso hasta la Clase VIII compuesta por suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal.

La sub-clase de capacidad de uso está constituida por un grupo de suelos dentro de una clase que posee el mismo tipo de limitaciones: s (suelo), w (humedad, drenaje o inundación), e (riesgo de erosión o efectos de antiguas erosiones) y cl (clima).

Se presenta una tabla con un resumen de superficies por Capacidad de Uso y sub-clase para el total de suelos reconocidos:

Tabla 7.3  
Capacidad de uso de los suelos

Capacidad de Uso	Superficie	
	ha	%
I	919,0	0,6
II <sub>s</sub>	2.967,0	1,8
II <sub>w</sub>	2.768,1	1,7
III <sub>s</sub>	8.031,2	4,0
III <sub>w</sub>	2.887,1	1,8
IV	2.368,2	1,4
IV <sub>e</sub>	4.394,0	2,7
IV <sub>s</sub>	7.138,9	4,3
IV <sub>w</sub>	252,5	0,2
VI <sub>s</sub>	8.795,9	5,3
VI <sub>e</sub>	5.747,8	3,5
VII	367,0	0,2
VII <sub>e</sub>	105.520,1	64,1
VII <sub>s</sub>	113,7	0,1
VIII	12.246,5	7,4
<b>Total</b>	<b>164.517,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia en base a estudio de AC Consultores, ya citado.

- **Categorías de Suelos para Regadío:** Refleja el factor más limitante para la condición de riego. Consiste en una agrupación de suelos con estos fines que se asemejan con respecto al grado de sus limitaciones y riesgos en su uso.

Existen 6 categorías, definiéndose la Categoría 1 para suelos muy bien adaptados para regadío hasta la Categoría 6 con suelos no apropiados para el regadío.

Las Subcategorías, son agrupaciones dentro de cada Categoría en las cuales se indica la causa por la que una superficie determinada se considera inferior a la primera Categoría: s (suelo), t (topografía) y w (drenaje).

Tabla 7.4

Categorías y subcategorías de regadío

Categoría de Riego	Superficie	
	ha	%
1	4.463,6	2,7
2s	2.562,9	1,6
2t	3.766,5	2,3
2w	1.500,1	0,9
3	2.406,7	1,5
3s	1.384,6	0,8
3t	3.259,9	2,0
3w	1.561,0	0,9
4	1.129,6	0,7
4s	1.691,1	1,0
4t	7.095,7	4,3
4w	1.169,5	0,7
5	3.932,3	2,4
6	124.155,0	75,5
Sin clasificación	4.438,5	2,7
<b>Total</b>	<b>164.517,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia en base a estudio de AC Consultores, ya citado.

- **Clases de Drenaje:** Sobre la base de las observaciones e inferencias usadas para la obtención del drenaje externo, permeabilidad y drenaje interno se obtienen las Clases de Drenaje. Son 6, partiendo con la Clase 1 o Muy pobremente drenado hasta la Clase 6 o Excesivamente drenado.

Tabla 7.5

Superficies por Clase de Drenaje

Clases de Drenaje	Superficie	
	ha	%
1	84,5	0,1
2	121,5	0,1
3	6.068,2	3,7
4	11.567,7	7,0
5	111.472,4	67,7
6	30.764,2	18,7
Sin clasificación	4.438,5	2,7
<b>Total</b>	<b>164.517,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia en base a estudio de AC Consultores, ya citado.

- **Clase de Aptitud Frutal:** Uno de los principales problemas que presenta cualquier clasificación, es que sólo considera factores inherentes al suelo y no toma en consideración otros factores como ser climáticos, de fertilidad del suelo, disponibilidad, manejo y calidad de las aguas de riego, etc. que están incidiendo directamente en la productividad de ellos. Pero la Clase de Aptitud Frutal considera todos los aspectos anteriores, son 5 clases, comenzando con la Clase A sin limitaciones, con suelos profundos, buen drenaje, permeables, con poca pendiente y libres de erosión, carbonatos y salinidad, hasta la Clase E sin aptitud frutal, con suelos que por sus características negativas no permiten el desarrollo de las especies frutales.

En la tabla se presenta un resumen de superficies por Aptitud Frutal para el total de los suelos reconocidos:

Tabla 7.6

Superficies según Aptitud Frutal

Aptitud Frutal	Superficie	
	ha	%
A	2.692,2	1,6
B	4.286,6	2,6
C	6.544,2	4,0
	7.318,6	4,4
E	139.236,7	84,7
Sin clasificación	4.438,5	2,7
<b>Total</b>	<b>164.517,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia en base a estudio de AC Consultores, ya citado.

- **Aptitud Agrícola o Forestal:** Es una agrupación convencional de los suelos que presentan características similares en cuanto a su aptitud para el crecimiento de las plantas y se representa bajo un mismo tipo de manejo y está basada en un conjunto de alternativas que relacionan suelo-agua-planta.  
Existen 9 grupos de aptitud, comenzando con el Grupo de Aptitud 1 que corresponde a suelos que no presentan limitaciones para todos los cultivos de la



zona, hasta el Grupo de Aptitud 9 con suelos que presentan salinidad y/o alcalinidad y mal drenaje, con aptitud para cultivos hortícolas, chacras y pastos tolerantes a la salinidad.

En la tabla se presenta un resumen de superficies por Aptitud Agrícola o Forestal para el total de suelos reconocidos:

Tabla 7.7  
Superficies según Aptitud Forestal

Aptitud Agrícola	Superficie	
	ha	%
1	919,0	0,6
2	5.769,4	3,5
3	10.884,0	6,6
4	8.962,9	5,4
5	589,7	0,4
6	19.163,1	11,6
7	105.982,4	64,5
8	7.808,0	4,7
Sin clasificación	4.438,5	2,7
<b>Total</b>	<b>164.517,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia en base a estudio de AC Consultores, ya citado.

- **Situación Actual de Erosión:** Erosión es el movimiento de arrastre de las partículas del suelo por los agentes naturales: viento, agua, hielo, etc., indica los daños que se han producido o pueden producirse en el futuro. Al mismo tiempo indica los cambios que se han operado o se están operando en el suelo.

Las clases de erosión usadas habitualmente son 4, comenzando por la Clase 0 que corresponde a Erosión Ligera hasta la Clase 3 con suelos con Erosión Muy Severa.

En la tabla se presenta un resumen de superficies por Erosión para el total de suelos reconocidos:

Tabla 7.8  
Superficies según Erosión

Erosión	Superficie	
	ha	%
0	46.371,6	28,2
1 – 2	630,5	0,4
1	89.687,0	54,5
2	16.840,9	10,2
3	6.548,5	4,0
Sin clasificación	4.438,5	2,7
<b>Total</b>	<b>164.517,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia en base a estudio de AC Consultores, ya citado.

### 7.3 Área de Influencia del Proyecto

#### 7.3.1 Sectores de Riego

El área de estudio, constituida por las cuencas de los ríos Petorca por el norte y La Ligua por el sur se ha subdividido en sectores de riego de acuerdo a la distribución de los canales de riego, sus bocatomas, área regada, ubicación de controles fluviométricos y a las características hidrogeológicas en lo que se refiere a los puntos en que los valles se estrechan o se ensanchan.

- Río Petorca:
  - Sector P1: Pertenecen a este sector los canales que captan sus aguas en el río Pedernal y sus afluentes desde el inicio hasta el canal Calle Larga, incluyendo los canales de las quebradas La Monguaca y La Cortadera.
  - Sector P2: Incluye todos los canales del río El Sobrante que pertenecen a la Sociedad Agrícola El Sobrante, desde el inicio de este río hasta el canal Del Arroyo. En el caso del canal Vieira que riega en los sectores 2 y 3, son de este sector el predio que pertenece a la Sociedad antes indicada y el resto del sector 3.

- Sector P3: Incluye los canales Los Comuneros de Chalaco, De La Puntilla y Potrero Seco del río Pedernal, el resto de lo regado por el canal Vieira y los canales Durazno, De Los Briones, Matriz Chincolco y Valle Los Olmos del río El Sobrante, desde el canal Junta De Los Ríos hasta el canal Polcura del río Petorca y las vertientes San Miguel, De La Vega, La Mina y Quiroz.
- Sector P4: Pertenecen a este sector todas las áreas regadas desde el canal Chimba Sur Oriente hasta la toma Los Ratones en el río Petorca, incluyendo la vertiente Tablón Seco y el canal Acequia de Valencia de la quebrada Castro.
- Sector P5: Este sector incluye los canales Zapallar, Toma Huape y las dos primeras entregas del canal Pedehua que riegan el pueblo de Hierro Viejo. Además se incluyen las vertientes El Huape y El Arbolito.
- Sector P6: Incluye el resto del canal Pedehua y la primera entrega del canal Santa Julia o Canelilla.
- Sector P7: Incluye toda el área regada por el estero Las Palmas y el resto del canal Santa Julia o Canelilla.
- Sector P8: Corresponde al área regada por el río Petorca desde el canal El Espino hasta el canal Donosino y las vertientes Artificio y Alanilla.
- Sector P9: Incluye el canal Pichilemu y la parte del canal La Canela o Lital que queda antes del camino que va a la cuesta que une Valle Hermoso con La Canela, ambos canales del río Petorca.
- Sector P10: Corresponde al resto del área del canal La Canela o Lital y desde el canal Las Cuadras o El Almendro hasta el canal Pullancón en el río Petorca, los canales de los pozos San Pedro, Los Rulos y La Mora y el canal La Calera de la quebrada del mismo nombre.
- Sector P11: Corresponde al área regada por la quebrada La Chicharra.
- Sector P12: Incluye el resto de los canales del río Petorca desde Ramadilla hasta La Bomba, las vertientes Aguas Claras y Sin Nombre y el pozo Victoria.
- Río La Ligua:

- Sector L1: Este sector incluye el área regada por el canal Alicahue - La Vega desde su bocatoma hasta la quebrada La Cerrada y que coincide con el denominado sector Alicahue dentro de los turnos en que se ha subdividido el canal. Además se incluye los canales de las quebradas Los Rincones y Las Canchas.
- Sector L2: Este corresponde al área regada por el canal Alicahue – La vega desde aguas debajo de la quebrada La Cerrada hasta el callejón donde nacen los derivados La viña y La Vega coincidiendo con los sectores de turnos Paihuen, Bartolillo y Pililen. Además se incluye la quebrada de Paihuen.
- Sector L3: Corresponde al resto del área regada por el canal Alicahue – La Vega, incluyendo el canal Hospital que deriva del dren El Corte y la vertiente El Piden.
- Sector L4: Corresponde a las áreas regadas por el estero Alicahue desde el canal Toma Ño Polo hasta el canal Serrano, incluyendo las vertientes Coltahues, el Sauce, Las Cardas, Los Arrayanes y el Peral.
- Sector L5: Corresponde a las áreas regadas por todos los canales del estero Los Ángeles.
- Sector L6: Corresponde al área regada por el canal El Peumo del estero Alicahue, los canales Del Medio o La Sirena, Del Bajo o Del Hambre y la parte del canal La Laja que va desde la bocatoma hasta el fin de la parte urbana del pueblo de Cabildo, todos ellos del río La Ligua.
- Sector L7: Corresponde al área regada por el resto del canal La Laja, la parte del canal Montegrande que va desde su bocatoma hasta el límite de las comunas de Cabildo y La Ligua y el canal El Ingenio del río La Ligua, por el pozo Dren Cabildo y por el dren El Pajonal.
- Sector L8: Corresponde al área regada por parte del canal Montegrande que va desde el límite comunal hasta el estero La Patagua, la parte del canal Las Palmas que va desde su bocatoma hasta el estero ya indicado y el canal Las Garzas, todos del río La Ligua.
- Sector L9: Corresponde al área del estero La Patagua y que se riega con el canal del pozo Las Diucas y con otros pozos.

- Sector L10: Corresponde al área regada por el resto de los canales Montegrande y La Palma y los canales desde Los Loros de La Ligua hasta la Toma Abel Zamora del río La Ligua, incluyendo las vertientes El Monte y La Pirca.
- Sector L11: Corresponde al área regada por los canales de las quebradas El Pobre y Cepo Chico.
- Sector L12: Corresponde al área regada por el resto de los canales del río La Ligua, desde el Lobino hasta la Bomba Maitenal y la vertiente Prieto.
- Sector L13: Corresponde al área regada por el estero Jaururo y su afluente el estero Quebradilla.

### **7.3.2 Infraestructura Agro productiva**

- **Vías de Acceso**

La red vial que involucra a las comunas de La Ligua, Cabildo y Petorca está constituida aproximadamente por 300 kilómetros de red primaria, de los cuales están pavimentados alrededor de 280 kilómetros.

El principal acceso al área de estudio, corresponde a la Ruta 5 Norte, donde existen dos enlaces para acceder hacia la cuenca del río La Ligua y un enlace por donde se accede a la cuenca del río Petorca. El enlace sur hacia La Ligua se conecta con la ruta que va hacia La Ligua y Cabildo, la que cuenta con pavimento hasta la localidad de Alicahue. El acceso norte hacia La Ligua pasa por las localidades de La Chimba y Placilla

.

Otro acceso a esta localidad corresponde el camino que la une con Putaendo a través de 61 kilómetros de camino pavimentado.

Dentro de la misma cuenca, se accede a la ciudad de Cabildo, ubicada a 29 kilómetros al oriente de La Ligua. Desde Cabildo a través del túnel La Grupa se accede a la cuenca del río Petorca por Artificio, cuyo pueblo de igual nombre se ubica distante a 32 kilómetros por medio de un camino pavimentado.

Otra posibilidad de acceso a Petorca, es a través de la Cuesta del Pobre, ubicada en la localidad de Valle Hermoso o a través de la carretera 5 Norte en el desvío a Longotoma. En este último enlace, el cual se encuentra con pavimento hasta Petorca, permite el cruce por las localidades de Santa Marta, Hierro Viejo, Pedegua y Artificio. En la localidad de Artificio se conecta la Ruta proveniente de Cabildo, la que corresponde a la principal vía de unión entre los dos valles.

Finalmente, desde la cuenca del río Petorca se puede acceder a la IV Región, específicamente al embalse Culimo, cuenca del río Quilimarí e Illapel, a través del camino pavimentado existente en Las Palmas, el cual atraviesa el túnel de igual nombre. Cabe señalar que el camino pavimentado dura solo hasta el túnel y una vez que se cruza a la IV región, el camino continua ripiado.

- Servicios Públicos – Telecomunicaciones:

Las comunas de La Ligua, Cabildo y Petorca cuentan con un total de 4.102 teléfonos de red fija en servicio, lo que representa sólo el 1,7% del total regional (V Región 235.731 teléfonos). De esta manera, el número de líneas telefónicas cada 100 habitantes en las comunas en estudio alcanza a 6,8 teléfonos, comparado a los 15,3 teléfonos/100 habitantes que se da en toda la región de Valparaíso.

Cabe señalar que el área de estudio si bien cuenta con servicio telefónico domiciliario, posee cabinas telefónicas públicas en la mayor parte de las localidades. En cuanto a la telefonía celular, ésta es factible de utilizar en la totalidad del área, a excepción de áreas que debido al encajonamiento por cerros, las señales se debilitan significativamente.

En efecto, las tres comunas en estudio, según antecedentes del Censo realizado por INE en 2002, totalizan 7.687 teléfonos celulares, monto que equivale al 3,4% del total regional (V Región 225.960 unidades). Así, el número de teléfono móviles por cada 100 habitantes en el área de estudio es de 12,7, en tanto que a nivel regional es de 14,7 unidades.

- Servicios Públicos – Transporte

En términos generales, la V Región cuenta con varias empresas de buses interprovinciales que disponen de una flota suficiente de vehículos que conectan la zona estudio con el resto del país.

El transporte colectivo de la V Región se compone de taxis, taxi buses, buses y mini buses de transporte colectivo. Este último, se utiliza con fines escolares y/o de trabajadores agrícolas.

- Infraestructura Agroindustrial:

En general, las plantas de embalaje presentes en el área del proyecto ascienden a veintitrés, las que en su mayoría se destinan a la selección de paltas y cítricos. Asimismo, en comunas aledañas al proyecto, Hijuelas y La Calera, también cuenta con una dotación de plantas de embalaje para estas especies.

Entretanto, la capacidad de frío y prefrío aumenta notablemente con las instalaciones existentes en Hijuelas.

Otro tipo de agroindustria corresponde a las plantas de deshidratado, conserverías y jugos, las que no son tan importantes para las especies cultivadas en el área del proyecto, la que está dominada por paltos y cítricos.

- Infraestructura Predial

Los antecedentes proporcionados por el VI Censo Nacional Agropecuario, realizado por INE en 1997, que guardan relación con la infraestructura predial son pozos profundos, bodegas de vino a granel, bodegas de almacenaje, galpones, establos, porquerizas, gallineros y pabellones avícolas, invernaderos, packing, frigoríficos, silos para grano, tranques y romanas de ganado.

La existencia de pozos profundos en la V Región tiene una capacidad de 20.685 litros por segundo, y las tres comunas en estudio abarcan el 21% del total regional, destacándose Cabildo con más del 50% del caudal de pozos profundos. Los

tranques, por su parte, tienen una ligera menor representatividad, ya que las tres comunas cuentan con el 19,2% de la capacidad total, siendo Cabildo la que abarca más del 78% del volumen existente en el área de estudio.

En cuanto al ítem bodegas, cabe señalar que las de vino a granel sólo se concentran en Petorca, y sólo representa el 0,2% del total regional. Las bodegas de almacenaje, alcanzan su mayor concentración en La Ligua. Entretanto, los galpones se distribuyen equitativamente en el área de estudio y, en conjunto, sólo alcanzan al 3,4% de la región.

La presencia de porquerizas, gallineros y pabellones avícolas en las comunas en análisis es reducida, por cuanto la actividad ganadera de mayor relevancia en la zona son caprinos y bovinos. De hecho, la presencia de silo para grano es prácticamente nula en la comuna, lo que es consecuencia de la escasa participación del rubro cereales y al tipo de ganadería desarrollada.

La existencia de invernaderos, packing y frigoríficos se constata fundamentalmente en la comuna de La Ligua, la que en forma individual representa el 4,3%, 3,7% y 1,7% del total regional, respectivamente.

En relación al sistema de riego utilizado por los agricultores, es interesante destacar que a nivel regional es mayoritariamente gravitacional (72,6%), en tanto que en el área de estudio esta alternativa descende significativamente.

En efecto, en el total de las comunas en estudio el riego gravitacional no supera el 48% y es el micro riego el sistema que abarca la mayor superficie. Esta tendencia se acentúa en la comuna de Petorca, donde casi la mitad de la superficie regada utiliza el sistema.

No obstante, en conversaciones sostenidas con agricultores de la zona se constata que la superficie de riego tecnificado ha aumentado considerablemente en la última década, estimándose que alrededor del 80% a 90% de la superficie de riego estaría con métodos presurizados.



- Instituciones de Apoyo Técnico y Financiero

- **Provatt Petorca**

Corresponde al Programa de Transferencia Tecnológica en Riego y Sistemas Productivos para Petorca y La Ligua (iniciativa conocida también como Provaltt Petorca) y se desarrolla con el apoyo de la Secretaria Regional Ministerial de Agricultura de la V Región en conjunto con el Gobierno Regional V Región y la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, a través los recursos provenientes del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR). La duración de este programa es de 48 meses, con una inversión de 312 millones.

El objetivo del programa es promover sistemas productivos rentables, basados en el mejoramiento de las obras de captación, conducción y utilización de diferentes sistemas de distribución de agua de riego y en el empleo de métodos y tecnologías que permitan mejorar significativamente, tanto la eficiencia del uso del recurso, como la situación productiva y económica de los agricultores.

El programa está dirigido a la totalidad de los agricultores del área regada de la Provincia de Petorca con un marcado énfasis en la pequeña y mediana agricultura.

- **INDAP**

El Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario (INDAP) tiene un Programa de Asesorías Tecnológicas a los pequeños agricultores, los que constituyen un número aproximado de 220.000 unidades en todo el país.

Estas asesorías son contratadas a empresas consultoras especializadas que prestan sus servicios y cuyo valor es subsidiado en aproximadamente un 90% por el Estado, dependiendo de la modalidad y los costos estimativos de ellos.

Las asesorías persiguen un desarrollo organizado de los pequeños agricultores y se asignan a partir de una demanda asociativa de parte de los agricultores.

Existe una oferta de asesorías de parte de INDAP integrado por tres tipos de servicios que tienen un tiempo de duración determinado: SAL (2 años), SAP (5 años) y SAE (sin tiempo predeterminado). Cada uno de ellos está en función del nivel de desarrollo de los agricultores.

Además de estas asesorías integradas, INDAP cuenta con un sistema especializado para el desarrollo de sectores más pobres, éste se denomina PRODESAL (Servicio de Desarrollo Local en Comunidades Rurales Pobres). El cual persigue el logro de mejorar la asociatividad por parte de los pequeños agricultores y, a la vez, lograr un mejor posicionamiento de la agricultura campesina como sistema social y productivo en el entorno institucional y económico del cual es parte.

Cabe señalar que el INDAP en la zona de estudio está a cargo de las áreas La Ligua y Petorca y operan directamente con los pequeños agricultores a través de empresas de Transferencia Técnica.

Además, el INDAP a través del Programa de Recuperación de Suelos degradados, ha destinado importantes recursos focalizados en gran medida para financiar el mejoramiento de los suelos de manera de hacerlos más productivos.

Finalmente, se ha desarrollado el Riego Campesino por medio de la Unidad de Riego y Drenaje, propiciando la tecnificación del riego y el drenaje de pequeños predios agrícolas.

- **Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)**

El SAG al igual que INDAP sigue apoyando el programa de Rehabilitación de Suelos Degradados y además, dentro de sus labores se encuentra catastrar todos los años las plantaciones de vides viníferas y piqueras.

- **Políticas Gubernamentales**

En la Agenda Estratégica del Ministerio de Agricultura se han establecido áreas de política implementadas para gestionar y perfeccionar la evolución futura del sector agrícola.

Dentro de la Agenda, uno de los principales ejes está centrado en el mejoramiento de los activos de los productores, para lo cual se está implementando el Programa de Recuperación de Suelos Degradados, el Programa de Mejoramiento de Riego y Drenaje (Ley 18.450) y el Programa de Fomento Forestal (Ley 19.561).

El Programa de Recuperación de Suelos Degradados considera incentivos para la fertilización de suelos pobres; el uso de enmiendas destinadas a incorporar elementos que reduzcan la acidez de los suelos; la regeneración de praderas para estimular la mantención de una cubierta vegetal en suelos degradados; la introducción de prácticas conservacionistas orientadas a eliminar su pérdida física, y la eliminación de troncos muertos y/o matorrales sin valor forrajero en suelos de uso agropecuario.

La Ley de Riego fue promulgada en 1985 y tiene vigencia hasta el año 2010. Su objetivo fundamental ha sido incrementar la superficie de riego, mejorar el abastecimiento de agua, incentivar el uso más eficiente del recurso e incorporar nuevos suelos a la producción agropecuaria.

Otro de los ejes principales de la Agenda está relacionado con el perfeccionamiento de la operación de los mercados. La apertura económica y la liberalización del funcionamiento de los mercados internos supone que las señales para los agentes productivos deben estar libres de distorsiones, independientemente de su origen, fallas de mercado, intervenciones en los precios, poderes monopólicos o monopsónicos.

- **Apoyo Técnico y Financiero Privado**

En el área de proyecto los principales cultivos son los frutales como paltos y cítricos, estos son exportados por empresas exportadoras especializadas. En este caso las exportadoras no solo actúan como agentes intermediarios entre

el productor y el mayorista de Estados Unidos, sino que también intervienen en el proceso productivo a través de la asistencia técnica durante el desarrollo del cultivo y además, con créditos operacionales para financiar la compra de insumos y pagos de mano de obra, entre otros, cancelando los intereses respectivos.

Por otra parte, se deben considerar dentro del apoyo financiero existente en la zona, la presencia de instituciones especializadas, como bancos y financieras, los cuales actúan como apoyo crediticio, para satisfacer las necesidades de financiamiento de los agricultores. Estas empresas, para los fines del proyecto, se concentran principalmente en las ciudades de La Ligua y Cabildo.

Se destacan dentro del Sistema de Crédito las Instituciones Bancarias, las Líneas de Crédito Agrícolas del Banco del Estado de Chile, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y el financiamiento para la pequeña agricultura otorgado por INDAP.

### **7.3.3 Estratificación**

La estratificación es la clasificación de la propiedad agrícola por tamaño según la superficie total de cada una de las propiedades.

- **Sitios**: Corresponde a predios de tamaño igual y menor a 1,0 ha. Generalmente se dedican al cultivo de pequeñas huertas frutales y de cultivos hortícolas, generalmente destinados al autoconsumo predial.
- **Minifundio y Subfamiliar**: Representa a predios entre 1,01 y 5,0 ha, que se dedican esencialmente al cultivo de paltos, cítricos, chacras y/o hortalizas e invernaderos de claveles. En este estrato coexisten predios con escaso y adecuado nivel tecnológico.

- **Familiar**: Representa a predios entre 5,01 y 20,0 ha. Estos predios se dedican básicamente, en áreas con mayores recursos hídricos, al cultivo de paltos y otros frutales y, en el caso de áreas con mayor déficit hídrico, a invernaderos y cultivos de chacarería. Presentan un mayor nivel tecnológico que los grupos anteriores.
- **Mediano**: Representa a predios entre 20,01 ha y 50,0 ha. Estas explotaciones poseen un nivel tecnológico medio a alto, existiendo una mayor intensificación en el manejo de frutales, especialmente paltos y cítricos y algo de chacarería y ganadería (principalmente bovina) en áreas de mayor déficit de agua de riego.
- **Grande**: Representa a predios entre 50,01 y 200,0 ha. Estos predios se dedican esencialmente a la fruticultura (especialmente en base a paltos) y ganadería bovina en áreas de precordillera.
- **Muy Grande**: Representa a predios mayores de 200,0 ha. Estos predios se dedican fundamentalmente a la ganadería bovina y principalmente, aunque en menor superficie, a la actividad frutícola, en base a paltos, cítricos y nogales, entre otras especies.

### **7.3.4 Estudio Sísmico**

Se presentan los antecedentes y resultados obtenidos del estudio de sismicidad y riesgo sísmico para la zona de emplazamiento de los embalses, así como las características de los sismos de diseño y las cifras relativas a aceleración basal con probabilidad de ocurrencia en la zona de proyecto.

La Ligua–Petorca se ubica en una región tectónica caracterizada por una intensa actividad sísmica concentrada a lo largo de la costa, escasa sismicidad con hipocentros de profundidad intermedia hacia el interior y sismos de foco profundo hacia el lado argentino. La zona de Benioff presenta un buzamiento de bajo ángulo, asociado a la

carencia de actividad volcánica cenozoica en la Cordillera de los Andes (Baranzagi e Isacks, 1976).

Según Barrientos (1980), el área de los embalses se ubica en la región cordillerana "G", caracterizada por un sismo máximo posible de magnitud 7,5. De acuerdo con el mismo autor, el límite oriental de la región costera "C" se ubica a menos de 60 km de la zona en estudio y se caracteriza por una magnitud máxima 8,4.

Los antecedentes disponibles indican que no existen evidencias que permitan atribuir algún grado de actividad reciente a las fallas geológicas presentes en el área.

- Elección de los Sismos de Diseño

Se concluye que los sismos costeros o interplacas presentan magnitudes máximas  $M_s = 8,5$ ; los corticales, magnitudes máximas  $M_s = 7,0$  y los sismos intraplacas profundos de magnitudes máximas un poco superiores, de 7,5.

Se observa además que los únicos sismos de origen cortical presentes en la zona, se ubican hacia el lado argentino y a bastante distancia de los sitios de embalse.

En consecuencia, para el presente estudio se consideraron las siguientes fuentes sísmicas probables:

1° Un sismo interplaca costero de magnitud máxima  $M_s = 8,5$ ; ubicado a una distancia hipocentral de 118 Km

2° Un sismo cordillerano cortical superficial de magnitud máxima  $M_s=7,0$ , generado a una profundidad mínima 20 km y la zona de subducción ( $R=45$  Km).

3° Un sismo profundo, de tipo intraplaca tensional de magnitud máxima  $M = 7,5$ , ubicado a una distancia hipocentral de 55 Km, correspondiente a la zona sismogénica que se desarrolla en cerca del límite con el sector argentino de la zona de subducción.

- Recomendaciones para el Diseño:

En la tabla, se resumen los valores del período de retorno medio, aceleración máxima y aceleración sísmica basal correspondiente a los 4 sitios señalados y para los sismos originados en las tres fuentes que se han derivado del estudio:

Tabla 7.9  
Resumen Caracterización sísmica

VALLE	SISMO	MAGNITUD MAXIMA	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	$a_{\text{máx.}}$ (cm/seg <sup>2</sup> )	$a_{\text{máx/g}}$
Las Palmas	Costero	8,5	513	413	0,42
	Intraplaca profundo	7,5	43	324	0,33
	Cortical superficial	7,0	13	132	0,13
Pedernal	Costero	8,5	513	366	0,37
	Interplaca profundo	7,5	43	285	0,29
	Cortical superficial	7,0	13	166	0,17
Alicahue	Costero	8,5	513	379	0,39
	Interplaca profundo	7,5	43	280	0,29
	Cortical superficial	7,0	13	163	0,17
Los Angeles	Costero	8,5	513	446	0,45
	Interplaca profundo	7,5	43	280	0,29
	Cortical superficial	7,0	13	134	0,14

Fuente: Elaboración propia en base a estudio de AC Consultores, ya citado.

## **VIII.- Aplicación de la Metodología de cálculo del valor del agua a través del mercado de derechos de agua.**

### **8.1.- Antecedentes**

En este capítulo se presentan los resultados de calcular el valor del agua de riego a través de la metodología descrita en el capítulo cuatro.

La determinación del valor del agua cruda, como un valor único de l/s para cada fuente de abastecimiento de agua cruda se realizó principalmente mediante el cálculo de la mediana de los valores de transacciones efectivas de derechos de aguas consuntivos, permanentes y continuos, superficiales y subterráneos, a partir de un levantamiento de todas las transacciones válidas, registradas en los Conservadores de Bienes Raíces de La Ligua y Petorca, que fueron realizadas entre el 1° de Julio de 2001 hasta el 30 de Junio del 2006. Estos Conservadores atienden a las siguientes zonas:

CBRS La Ligua : Comunas de La Ligua, Papudo, Cabildo y Zapallar

CBRS Petorca : Comuna de Chicolco y Petorca

### **8.2.- Construcción de la base de datos de transacciones**

Los datos correspondientes a la primera mitad de dicho período (2001-2003) fueron obtenidos del Estudio de Valorización de Agua Cruda realizado por ESVAL en 1994<sup>22</sup>, en el marco del proceso de negociación tarifaria con la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). Los datos correspondientes a los años 2004 al 2006 fueron recopilados en los Conservadores de Bienes Raíces ya mencionados. De un total de aproximadamente 900 inscripciones, se recopilaron un total de 420 inscripciones, que en forma evidente superaban los criterios de depuración

---

<sup>22</sup> ESVAL- HIDROGESTION: “Estudio de Valorización de Agua Cruda, Contrato 8/04-P. Asesoría Técnica”. Septiembre 2004.



explicitados en la metodología.

Se definieron como mercados de agua en ambos casos, aquellos asociados a las cuencas o cauces superficiales y sus correspondientes acuíferos. Cada transacción se asignó a un mercado de agua, ya sea La Ligua o Petorca. Este no necesariamente corresponde al Conservador en que se inscribió la transacción. Aquellas transacciones que no pudieron ser identificadas como pertenecientes a uno de los dos mercados fueron eliminadas.

Se eliminaron también las transacciones entre familiares, para ello se compararon los apellidos del comprador y el vendedor. En caso de coincidir uno de ellos la transacción fue eliminada. Lo mismo ocurrió con las transacciones en que participaba la empresa de servicios sanitarios de la zona.

Aquellos casos en que el caudal transado no pudo determinarse fueron también eliminados, así como las transacciones en conjunto con otros bienes, generalmente inmuebles.

Los factores de conversión utilizados para transformar las acciones a l/s fueron los siguientes:

Tabla 8.1.  
Factores de conversión acción - l/s

<b>Fuente</b>	<b>Equivalencia <u>(l/s)</u> acción</b>
La Ligua	0,21
Petorca	0,53

Ellos fueron obtenidos del estudio ya citado de ESVAL-HIDROGESTION, y el detalle de su cálculo puede verse en el Anexo 2.

### **8.3.- Resultados**

Los valores de agua cruda obtenidos en el estudio, para las fuentes Ligua y Petorca fueron los siguientes:

Tabla 8.2

Valores del agua. Método de las transacciones de mercado

<b>Mercado del agua de la fuente</b>	<b>Valor Agua Superficial</b>	<b>Valor Agua Subterránea UF/(l/s)</b>
La Ligua	219,59	53,94
Petorca	45,89	91,88

En el Anexo 1 se muestra el detalle del cálculo de estos valores, y la base de datos asociada.

## **IX.- Aplicación de la Metodología de Valoración Contingente**

### **9.1 Planteamiento del modelo de Valoración Contingente**

Con el objetivo de profundizar en el tema del agua de riego y su utilización, se realizó una recopilación de información secundaria de estudios previos de la zona, comportamiento de los agricultores y la situación de las cuencas en relación al agua de riego; además se investigó sobre las fuentes de agua de riego y el nivel de seguridad que otorgan.

Lo anterior se realizó para plantear el Modelo de Valoración Contingente, tal como se expuso en el punto V “Diseño metodología de cálculo del valor del agua de riego usando el Método de Valoración Contingente”, de acuerdo a lo propuesto por Mitchell y Carson (1989).

Para fines interpretativos y para la estimación de los modelos, se ordenaron las variables en grupos de análisis relacionados con el modelo teórico:

- Variables relacionadas con el agua
- Variables relacionadas con el escenario hipotético
- Variables relacionadas con el dueño del predio

### **9.2 Focus Group**

#### **9.2.1 Objetivos**

Los objetivos comunes que se persiguen, para ambos métodos econométricos, son:

- Explicar el producto final de los embalses: mayor cantidad de agua de riego y mayor seguridad de la misma.

- Familiarizarse con el vocabulario que utilizan los agricultores, para poder consultar sobre sus actividades, decisiones, procesos, etc., en los mismos términos.

Los objetivos específicos para el Método de Valoración Contingente son:

- Explorar cuál es la medida, con la que se sienten más cómodos o que más utilizan los agricultores, para medir la cantidad de agua de riego. Ejemplos: litros por segundo [lt/seg], m<sup>3</sup>, reguero, acciones, etc.
- Explorar cuál es la medida, con la que se sienten más cómodos o que más utilizan los agricultores, para pagar el agua de riego. Ejemplos: \$/(lt/seg), \$/m<sup>3</sup>, \$/reguero, \$/ha, \$/acción, etc.
- Determinar el rango de la DAP (Disposición a Pagar) por parte de los agricultores por el agua de riego mediante preguntas abiertas.
- Conocer la situación actual de los agricultores en cuanto al agua de riego:
  - Historia, presente y futuro con relación al agua de riego.
  - Consultar por los años secos, ¿qué pasa con las cosechas?, ¿qué decisiones adoptan?, etc.
  - Sistemas de riego utilizados
  - Seguridad del agua de riego en la zona
  - Problemas asociados a los actuales sistemas de riego
  - ¿Ha realizado alguna vez compra de agua de riego?, y si es así: ¿bajo qué circunstancias? Y ¿cuál fue el monto que pagó y qué cantidad?
- Consultar por el método de pago más cómodo y confiable. Tras las respuestas espontáneas, se planteó las siguientes alternativas: pago a la Tesorería de la República a través de cuponeras, cobro por la Asociación de Canalistas, cobro a través de alguna cuenta de servicio público.

Se realizaron cuatro focus group, dos con agricultores del Valle de la Ligua y dos con agricultores del valle de Petorca. En cada caso se realizó uno con agricultores que cuentan con predios grandes y medianos y otro con agricultores con predios pequeños. En el anexo 4 se presenta una síntesis detallada de los Focus Group

### **9.2.2 Comentarios Generales de los pequeños agricultores:**

- Falta información sobre la futura construcción de los embalses. La comunidad no está informada.
- También se debe informar a las autoridades que la medida utilizada ha sido la acción, equivalente a 1 litro por segundo, y que alcanza para regar una hectárea
- La junta de vigilancia debe llevar un registro de todos los derechos y acciones del agua, ya que existe un desorden sobre esto.

### **9.2.3 Conclusiones Focus Group**

En base a los objetivos específicos para el Método de Valoración Contingente, se concluye:

- No existe una medida clara y uniforme entre todos los agricultores para medir la cantidad de agua de riego. Por tanto, se plantearán sólo 2 alternativas en la pre-encuesta: acciones y litros por segundo.
- En cuanto al pago por agua de riego, se concluye que se debe consultar por \$/há al año, ya que la estacionalidad de la actividad agrícola, dificulta una medida mensual.
- No fue posible determinar rangos para la DAP, ya que los agricultores no revelan su real disposición a pagar, porque no le creen al proyecto, porque están cansados de los estudios y/o porque simplemente quieren que se les presente un valor y ellos decidirán si lo pagarán o no. Por lo anterior, se planteará una pregunta abierta en la pre-encuesta.
- En cuanto a la situación actual en relación al agua de riego, en general se muestran insatisfechos con la seguridad del agua de riego, pero satisfechos con el sistema de riego que utilizan.

- El escenario que se presenta en situación de sequía es muy perjudicial para los agricultores y en dichos períodos están dispuestos a pagar muchísimo más por agua de riego. Por esta razón, se incluirá una segunda pregunta en el escenario hipotético que recuerda un período de sequía y pregunta por la DAP en dicho período, como una manera de presionar al agricultor a que revele su real disposición a pagar.

### **9.3 Pre-encuesta**

Con el objetivo de recopilar observaciones que permitieran realizar ajustes al diseño de la encuesta, determinar el tamaño muestral y rangos de la DAP, se procedió a diseñar una pre-encuesta, la que recoge las conclusiones de los focus group, observaciones realizadas por personal de INDAP, testeo de una primera versión de pre-encuesta entre agricultores asistentes a los focus group y con todo lo anterior, se presentó una versión al personal del MOP – DOH, a cargo del presente proyecto, con quienes de común acuerdo, se realizaron las últimas modificaciones a la pre-encuesta, previo a su aplicación.

#### **9.3.1. Aplicación**

La pre-encuesta se aplicó a una muestra de 20 agricultores de la zona de las cuencas de los ríos La Ligua y Petorca, 10 en cada cuenca distribuidos uniformemente en los distintos sectores de riego, descritos en el punto 7.3.1.

Se adoptó el criterio de entrevistar a aquellos agricultores con predios de áreas mayores a 20 hectáreas, para poder obtener valores concretos de DAP. Ya que de los focus group y según la opinión experta de asesores del MOP V Región a cargo del proyecto embalses, son los grandes agricultores los que valorizan la cantidad y seguridad del agua de riego y son ellos los que estarían en condiciones de entregar cifras concretas de DAP.

Por otro lado, se encuestó a 20 agricultores más por el modelo de Precios Hedónicos, y a éstos se les planteó el escenario hipotético para obtener una mayor cantidad de valores DAP y poder construir la distribución de la misma.

A continuación se presenta el cuadro resumen por sectores, del número de agricultores a los cuales se les debe aplicar la pre-encuesta de Valoración Contingente, en las distintas cuencas:

Tabla 9.1.  
Cantidad de pre-encuestas por sector y superficie del predio (há)

Sector La Ligua	Clasificación por superficie	Nº a pre-encuestar
L1	6 (>200,1)	1
L2	6 (>200,1)	1
L3		
L4	5 (>50,1 y <=200)	1
L5		
L6	4 (>20,1 y <=50)	1
L7	5 (>50,1 y <=200)	1
L8		
L9	4 (>20,1 y <=50)	1
L10	4 (>20,1 y <=50)	1
L11	4 (>20,1 y <=50)	1
L12	5 (>50,1 y <=200)	1
L13	5 (>50,1 y <=200)	1
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>

Sector Petorca	Clasificación por superficie	Nº a pre-encuestar
P1	6 (>200,1)	1
P2		
P3	5 (>50,1 y <=200)	1
P4	6 (>200,1)	1
P5		
P6	6 (>200,1)	1
P7	5 (>50,1 y <=200)	1
P8	5 (>50,1 y <=200)	1
P9	4 (>20,1 y <=50)	1
P10	5 (>50,1 y <=200)	1
P11		
P12	5 (>50,1 y <=200)	1
	6 (>200,1)	1
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>

El listado de agricultores de la zona, se obtuvo de una recopilación de dos fuentes de información:

- Información Dirección General de Aguas (catastro)
- Información CIREN CORFO (ROL EXTRACTO AGRÍCOLA S.I.I.)

La pre-encuesta se realizó entre los días 13 y 14 de noviembre 2006. Contando con 4 encuestadores, 2 para cada cuenca y 2 supervisores, 1 para cada cuenca.

### 9.3.2. Diseño Pre-encuesta

El diseño de la pre-encuesta contempla tres secciones:

- En la primera sección se consultó a los agricultores sobre su situación con relación al agua de riego, su percepción del sistema y los problemas asociados a él. Esta parte busca acercar a la persona al contenido de la encuesta, obtener características del entorno y rescatar su percepción de los sistemas de abastecimiento de agua de riego.
- La siguiente sección describe el escenario hipotético y busca obtener valores empíricos de disposición a pagar. En esta etapa se hace una pregunta abierta de disposición a pagar, mediante la que se busca determinar los montos de pago a proponer a cada encuestado en el diseño final de la encuesta. Es necesario incluir en esta etapa una pregunta abierta para obtener una noción de los rangos de DAP.
- Finalmente, la tercera sección de la encuesta busca recopilar características personales del encuestado como edad, educación e ingreso.

Es necesario mencionar que la pre-encuesta se compone de una introducción, al principio de ésta y una última sección con datos para clasificación.

### **9.3.3. Resultados Pre-encuesta**

Se encuestaron a 10 agricultores, 9 en La Ligua y 1 en Petorca. Los principales resultados obtenidos fueron:

#### **Encabezado:**

- El 40% que respondió la encuesta fue el mismo dueño, otro 40% fue el administrador, el restante trabajador y sociedad.



### **Preguntas relacionadas con el agua:**

- En cuanto a la cantidad de agua superficial, en promedio los agricultores cuentan con 73 litros por segundo y 157 acciones.
- En cuanto a la cantidad de agua subterránea, en promedio los agricultores cuentan con 104 litros por segundo.
- El número de pozos promedio es de 9 por agricultor, con un mínimo de 1 y un máximo de 36 pozos.
- Los derechos de agua superficial legalizados o en proceso de legalización, en promedio son 54 litros por segundo y 36 acciones.
- Los derechos de agua subterráneas legalizados o en proceso de legalización, en promedio son 97 litros por segundo.
- En cuanto a los sistemas de riego, el 56% utiliza sistema de goteo, el 33% utilizado el sistema Microjet o Microaspersión y el resto, sistema de tendido.
- En cuanto a la consulta si ha tenido problemas con el actual sistema de riego, el 60% manifestó que SI.
- Consultados sobre los gastos en que ha incurrido en los actuales sistemas de riego, todos manifestaron una o más categorías, entre: mantención, bombeo, construcción y otros gastos, con un promedio anual de gastos por sobre los \$37.000.000, destacándose la categoría construcción.
- Referente a los daños sufridos por falta de agua en los últimos 10 años, el 50% respondió que SI ha sufrido daños, en 4 de los 10 años y con un daño avaluado en \$73.000.000 en promedio.
- En cuanto al tipo de daños, sólo el 50% respondió y de dicho porcentaje el 60% apunta a todos los expuestos: pérdida de producción, menor calidad del producto y baja de rendimiento.
- Consultado por las acciones tomadas para mitigar el daño por falta de agua, el 50% se inclinó por construcción de pozos con un costo promedio de \$52.000.000.-
- En cuanto a la satisfacción por la seguridad del agua de riego, el 60% responde que no está satisfecho.

**Preguntas relacionadas con el dueño del predio:**

- La edad promedio es 56 años.
- El nivel de educación dominante es Universitario, 75%.
- En cuanto al nivel de renta, sólo un 60% respondió y entre ellos el 67% tiene una renta promedio mensual entre \$1.000.001 y \$3.000.000

**Datos encuesta:**

- La distancia promedio a la ciudad de La Ligua es de 37 Km
- La distancia promedio a la ciudad de Petorca es de 46 Km
- En cuanto al grado de confiabilidad, un 60% fueron clasificadas como respuestas Muy Confiables por los encuestadores, seguidos de un 20% de Algo Confiables y un 20% de Poco Confiables.

A continuación se analizan las preguntas que presentaron problemas en su aplicación y además aquellas que a la luz de los resultados, se traducen en cambios para la encuesta final:

- En la pregunta referente a las fuentes de agua, los encuestados manifestaron confusión al tratar de responder por las fuentes de agua de riego diferenciándolas entre bajo canal y sobre canal. Por lo tanto, para simplificar este cuadro se pregunta, en forma separada, por las superficies regadas tanto por aguas superficiales como subterráneas y la cantidad de terreno seco.
- En la pregunta referente a los sistemas de riego, todos contestaron que la conducción es Normal, por lo tanto se asume que la mayoría de los agricultores de ambas cuencas utilizan este tipo de conducción y no la californiana, así que en la encuesta final no se consultará por este tipo de conducción.
- En relación a la pregunta donde se consulta si ha realizado gastos en el sistema de riego, todos los agricultores respondieron que SI, por lo tanto se elimina esta pregunta y se pasa de inmediato a la pregunta de clasificación de los gastos.

#### **9.3.4. Escenario Hipotético**

El planteamiento del escenario hipotético y las preguntas relacionadas con la DAP se hicieron también a los agricultores que se les aplicó la pre-encuesta de Precios Hedónicos. Con lo anterior se cuenta con un universo potencial de 40 agricultores. En la práctica respondieron 37, por lo tanto este es nuestro universo para el escenario hipotético. A continuación se analizan las preguntas que a la luz de los resultados, se traducen en cambios para la encuesta final:

- Se consulta por el cultivo que plantaría situándose en un escenario con embalses, sólo el 16% respondió esta pregunta, por lo tanto para la encuesta final se elimina esta variable.
- En cuanto a la DAP en período de sequía, sólo el 11% respondió un valor mayor al dado en la DAP en período normal y ningún agricultor respondió algún valor mayor a cero en la DAP de sequía cuando en la DAP en período normal no respondió o respondió con una DAP = \$ 0/ha al año. Por lo tanto, se elimina la DAP en período de sequía para la encuesta final.

#### **9.3.5. DAP**

De un total de 37 pre-encuestas, el 51% respondió un valor de DAP en \$/ha al año para un período normal. Es preciso corregir estos valores DAP, dependiendo del sistema de riego que utilizan, y de esta manera obtener la DAP en \$/m<sup>3</sup>.

Las eficiencias de cada sistema de riego, vienen dadas en la Ley de Riego 18.540<sup>23</sup>, que indica lo siguiente:

---

<sup>23</sup> Ley de Riego 18.540 "APROVECHANDO LAS VENTAJAS DE LA LEY DE RIEGO" administrada por la Comisión Nacional de Riego, reimpresión Agosto 2004

Tabla 9.2.

Eficiencia de aplicación de los distintos métodos de riego

Método de Riego	Eficiencia de Aplicación	
	(%)	
	Normal	Con conducción tipo californiano
Tendido	30%	35%
Surcos	45%	50%
Surcos en contorno	50%	60%
Bordes en contorno	50%	65%
Bordes rectos	60%	65%
Pretilles	60%	65%
Tazas	65%	70%
Aspersión	75%	
Microjet y Microaspersión	85%	
Goteo	90%	

Por otro lado, es preciso identificar la cantidad de agua necesaria para regar 1 ha al año dependiendo del método de riego. Partimos de un supuesto entregado por el caso de negocio simplificado del estudio “CONSTRUCCIÓN DE EMBALSES DE RIEGO PARA EL VALLE DE LIGUA Y PETORCA, V REGION”, presentado en el Anexo 4.

Dotación media riego tecnificado (goteo): 9.000 m<sup>3</sup>/ha/año

Con este dato, se construye la dotación media para los distintos sistemas de riego:

Tabla 9.3

Dotación media según sistema de riego.V alles La Ligua y Petorca

Método de Riego	Cantidad de agua para regar 1 ha al año	
	m3/ha al año	
	Normal	Con conducción tipo californiano
Tendido	27.000	23.143
Surcos	18.000	16.200
Surcos en contorno	16.200	13.500
Bordes en contorno	16.200	12.462
Bordes rectos	13.500	12.462
Pretilles	13.500	12.462
Tazas	12.462	11.571
Aspersión	10.800	
Microjet y Microaspersión	9.529	
Goteo	9.000	

Con lo anterior, es posible construir una DAP en  $\$/m^3$ , como una medida homogénea para todos los agricultores que respondieron DAP en  $\$/ha$ , pero con distintos sistemas de riego:

Tabla 9.4  
Disposición a pagar de los encuestados según pre- encuesta

Nombre del dueño del predio	Sistema de Riego	DAP [\$/ha]	Dotación [m3/ha al año]	DAP Homogénea [\$/m3]
Osvaldo Guerrero	1:Tendido	6.000	27.000	0,22
Daniel Valdivia	9:Microjet o Microaspersión	5.833	9.529	0,61
Sergio Valdivia	9:Microjet o Microaspersión y 10:Goteo	5.833	9.000	0,65
Juan Ricardo Cherjon	1:Tendido y 9:Microjet o Microaspersión	10.000	9.529	1,05
Sergio Olmos	8:Aspersión y 10:Goteo	10.000	9.000	1,11
M Eugenia Ferreira	1:Tendido	100.000	27.000	3,70
Blanca Rosa Pueyes	2:Surcos y 10:Goteo	40.000	9.000	4,44
Jaime Miquel	9:Microjet o Microaspersión	50.000	9.529	5,25
Juan Edo Oyanedel	1:Tendido	200.000	27.000	7,41
Jorge Astudillo Galdames	9:Microjet o Microaspersión	100.000	9.529	10,49
Juan Wenke	9:Microjet o Microaspersión	100.000	9.529	10,49
Sociedad Agrícola Graneros Ltda.	9:Microjet o Microaspersión y 10:Goteo	100.000	9.000	11,11
Luis Ignacio Aballay	10:Goteo	100.000	9.000	11,11
Jorge Astudillo Cañas	9:Microjet o Microaspersión y 10:Goteo	600.000	9.000	66,67

Consideraciones:

1. Se eliminaron 2 registros porque a pesar de que presentaban DAP, el agricultor no especificó el sistema de riego
2. Se eliminaron 2 registros por escaparse de la media de la muestra hacia abajo
3. Cuando un agricultor expresa que en su predio utiliza más de un método de riego, en los cálculos de dotación se elige el más eficiente, ya que asumimos que en el mediano o largo plazo migrará el sistema de riego al más eficiente

El promedio simple entre las DAP homogéneas es 9,59  $\$/m^3$ .

Hay que hacer notar que la pregunta de la DAP tuvo una baja tasa de respuesta y por tanto este valor no refleja necesariamente la disposición a pagar del grupo encuestado. Esto es validado por las conclusiones de los focus group, según las que los agricultores no están

dispuestos a entregar un valor a pagar por agua de riego. Solo se obtuvieron 38% de respuestas concretas, que constituyen 14 DAP homogéneas.

Para efectos del diseño de la encuesta final el valor obtenido para la DAP se promediará con el valor utilizado en el “Caso de Negocios Embalses: La Ligua- Petorca”<sup>24</sup>, de 31 \$/m<sup>3</sup>.

Por lo tanto, se utilizará como valor promedio de DAP homogénea la cantidad de \$20/m<sup>3</sup>.

#### **9.4.- Diseño Encuesta Final**

##### **9.4.1. Variables**

Tras los resultados de la pre-encuesta, a continuación se presentan las variables que se consultan con el instrumento de la encuesta, divididas según sección temática:

---

<sup>24</sup> Descrito en el Anexo 3

Tabla 9.5  
Variables del Modelo de Valoración Contingente

**Variables relacionadas con el agua**

Nombre / Explicación	Categorías	Abreviación
Cantidad de Aguas Superficiales		QASUP
Unidad de Aguas Superficiales	1: litros por segundo 2: acciones	UASUP
Cantidad de Aguas Subterráneas		QASUB
Unidad de Aguas Subterráneas	1: litros por segundo 2: acciones	UASUB
Nº de Pozos		NPOZS
Derechos de Aguas Superficiales		DASUP
Unidad de Derechos de Aguas Superficiales	1: litros por segundo 2: acciones	UDASP
Derechos de Aguas Subterráneas		DASUB
Unidad de Derechos de Aguas Subterráneas	1: litros por segundo 2: acciones	UDASB
Cantidad de hectáreas regadas por aguas superficiales		HASUP
Cantidad de hectáreas regadas por aguas subterráneas		HASUB
Presencia de terreno seco	0: NO 1: SI	SCANO
Cantidad de hectáreas de terreno seco		HSECN
Distancia a la fuente de agua superficial más cercana	En Km.	DFASP
Sistema de Riego	1: Tendido 2: Surcos 3: Surcos en contorno 4: Bordes en contorno 5: Bordes rectos 6: Pretiles 7: Tazas 8: Aspersión 9: Microjet o Microaspersión 10: Goteo	RIEG1 RIEG2 RIEG3
Años que lleva utilizando el sistema de riego		ARIE1 ARIE2 ARIE3
Problemas con el actual sistema de riego	0: NO 1: SI	PRBRG

Nombre / Explicación	Categorías	Abreviación
Tipo de gastos en los sistemas de riego	1: Mantenimiento 2: Bombeo 3: Construcción 4: Otros Gastos	GAST1 GAST2 GAST3
Monto del gasto en los sistemas de riego		MGST1 MGST2 MGST3
Daño en los cultivos	0: NO 1: SI	DANOS
Cantidad de años con daño en los cultivos		ADANO
Pérdida por daño en los cultivos	En \$	PERDI
Tipo de daño en los cultivos	1: Pérdida de producción 2: Menor calidad del producto 3: Baja de rendimiento 4: Menor superficie plantada 5: Otro daño	TIPDA
Acciones para mitigar el daño en los cultivos	1: Comprar agua 2: Sacrificó cultivos 3: Construcción de pozos 4: Otros	ACCIO
Costo acción para mitigar el daño en los cultivos	En \$	COSTA
Satisfacción con la seguridad del agua de riego	0: NO 1: SI	SEGUR

### **Variables relacionadas con el escenario hipotético**

Nombre / Explicación	Categorías	Abreviación
Valor DAP1, valor que se le entrega al agricultor en la primera pregunta de Double Bounded	En \$/ha al año	VDAP1
Disposición a pagar por el Valor DAP1	0: NO 1: SI	DAPX1
Valor DAP2, valor que se le entrega al agricultor en la segunda pregunta de Double Bounded, sólo si la respuesta a la primera pregunta, fue SI.	En \$/ha al año	VDAP2
Disposición a pagar por el Valor DAP2	0: NO 1: SI	DAPY2
Valor DAP3, valor que se le entrega al agricultor en la segunda pregunta de Double Bounded, sólo si la respuesta a la primera pregunta, fue NO.	0: NO 1: SI	VDAP3
Disposición a pagar por el Valor DAP3	0: NO 1: SI	DAPZ2



**Variables relacionadas con el dueño del predio**

Nombre / Explicación	Categorías	Abreviación
Edad del dueño		EDADD
Nivel de educación	1: Básica 2: Media 3: Universitaria	EDUCA
Nivel de renta del agricultor (mensual)	1: Menor a \$100.000 2: Entre \$100.001 y \$300.000 3: Entre \$300.001 y \$500.000 4: Entre \$500.001 y \$1.000.000 5: Entre \$1.000.001 y \$3.000.000 6: Sobre \$3.000.001	RENTA

**Variables relacionadas con la clasificación de la encuesta**

Nombre / Explicación	Categorías	Abreviación
Nº		NENCU
Nombre Encuestador	1: María Squella 2: Melina Cortés 3: Max Vivar 4: Ricardo Munizaga 5: Astrid Wolff 6: Juan Castillo 7: Luisa Urrejola	ENCUE
Fecha		FECHA
Cuenca	1: Cuenca Río La Ligua 2: Cuenca Río Petorca	CUENC
Sector	L1 a L13: Cuenca Río La Ligua P1 a P12: Cuenca Río Petorca	SECTR
Distancia del predio a la ciudad de La Ligua	En Kilómetros	DLIGA
Distancia del predio a la ciudad de Petorca:	En Kilómetros	DPETC
Clasificar el grado de confiabilidad de las respuestas del encuestado	1: Muy Confiables 2: Algo Confiables 3: Poco Confiables 4: Nada Confiables	CONFI

#### **9.4.2.- Estimación Rangos DAP**

Con el valor promedio de DAP de 20 \$/m<sup>3</sup> se construye una distribución normal acumulada, para determinar el número de encuestas a realizar por cada valor de DAP homogénea, tal como se describe en el punto 5.3.2 Descripción de las actividades principales “Determinación Valores Disposición a Pagar”. Los parámetros considerados son:

- Valor a considerar como promedio = 20,00
- Desviación Estándar = 16,97
- Mínimo = 0,22
- Máximo = 66,67
- Rango = 66,44
- Cortes = 24
- Paso = 2,77

Tabla 9.6

Cantidad de encuestas a realizar según DAP homogénea .

DAP Homogénea [\$/m <sup>3</sup> ]	DAP Normalizada [0,1]	Distribución Normal	Cantidad de encuestas acumuladas	Cantidad de encuestas por DAP	Cantidad de encuestas por DAP corregidas
0,22	- 1,17	0,1219	69	69	7
2,99	- 1,00	0,1580	90	21	21
5,76	- 0,84	0,2006	114	24	24
8,53	- 0,68	0,2495	142	28	28
11,30	- 0,51	0,3040	173	31	31
14,06	- 0,35	0,3632	207	34	34
16,83	- 0,19	0,4260	243	36	36
19,60	- 0,02	0,4906	280	37	37
22,37	0,14	0,5556	317	37	37
25,14	0,30	0,6190	353	36	36
27,91	0,47	0,6794	387	34	34
30,68	0,63	0,7354	419	32	32
33,44	0,79	0,7859	448	29	29
36,21	0,96	0,8304	473	25	25
38,98	1,12	0,8684	495	22	22
41,75	1,28	0,9001	513	18	18
44,52	1,45	0,9258	528	15	15
47,29	1,61	0,9461	539	12	12
50,06	1,77	0,9618	548	9	9
52,82	1,93	0,9735	555	7	7
55,59	2,10	0,9820	560	5	5
58,36	2,26	0,9881	563	3	3
61,13	2,42	0,9923	566	2	2
63,90	2,59	0,9952	567	2	2
66,67	2,75	0,9970	568	1	1

Debido a que el promedio es más cercano a \$0/m3, es preciso corregir la cantidad de encuestas a aplicar para el primer valor de DAP homogénea.

Ahora bien, para preguntar la DAP en formato Double Bounded en la encuesta final de Valoración Contingente, hay que construir el valor de DAP en \$/ha dependiendo de los distintos sistemas de riego a partir de la DAP homogénea en \$/m3:

Tabla 9.7

Equivalencias DAP homogénea (\$/m3) y DAP según sistema de riego (\$/há)

DAP Homogénea [\$/m3]	Tendido	Surcos	Surcos en contorno	Bordes en contorno	Bordes rectos	Pretiles	Tazas	Aspersión	Microjet y Microaspersión	Goteo
0,22	6.000	4.000	3.600	3.600	3.000	3.000	2.769	2.400	2.118	2.000
2,99	80.750	53.833	48.450	48.450	40.375	40.375	37.269	32.300	28.500	26.917
5,76	155.500	103.667	93.300	93.300	77.750	77.750	71.769	62.200	54.882	51.833
8,53	230.250	153.500	138.150	138.150	115.125	115.125	106.269	92.100	81.265	76.750
11,30	305.000	203.333	183.000	183.000	152.500	152.500	140.769	122.000	107.647	101.667
14,06	379.750	253.167	227.850	227.850	189.875	189.875	175.269	151.900	134.029	126.583
16,83	454.500	303.000	272.700	272.700	227.250	227.250	209.769	181.800	160.412	151.500
19,60	529.250	352.833	317.550	317.550	264.625	264.625	244.269	211.700	186.794	176.417
22,37	604.000	402.667	362.400	362.400	302.000	302.000	278.769	241.600	213.176	201.333
25,14	678.750	452.500	407.250	407.250	339.375	339.375	313.269	271.500	239.559	226.250
27,91	753.500	502.333	452.100	452.100	376.750	376.750	347.769	301.400	265.941	251.167
30,68	828.250	552.167	496.950	496.950	414.125	414.125	382.269	331.300	292.324	276.083
33,44	903.000	602.000	541.800	541.800	451.500	451.500	416.769	361.200	318.706	301.000
36,21	977.750	651.833	586.650	586.650	488.875	488.875	451.269	391.100	345.088	325.917
38,98	1.052.500	701.667	631.500	631.500	526.250	526.250	485.769	421.000	371.471	350.833
41,75	1.127.250	751.500	676.350	676.350	563.625	563.625	520.269	450.900	397.853	375.750
44,52	1.202.000	801.333	721.200	721.200	601.000	601.000	554.769	480.800	424.235	400.667
47,29	1.276.750	851.167	766.050	766.050	638.375	638.375	589.269	510.700	450.618	425.583
50,06	1.351.500	901.000	810.900	810.900	675.750	675.750	623.769	540.600	477.000	450.500
52,82	1.426.250	950.833	855.750	855.750	713.125	713.125	658.269	570.500	503.382	475.417
55,59	1.501.000	1.000.667	900.600	900.600	750.500	750.500	692.769	600.400	529.765	500.333
58,36	1.575.750	1.050.500	945.450	945.450	787.875	787.875	727.269	630.300	556.147	525.250
61,13	1.650.500	1.100.333	990.300	990.300	825.250	825.250	761.769	660.200	582.529	550.167
63,90	1.725.250	1.150.167	1.035.150	1.035.150	862.625	862.625	796.269	690.100	608.912	575.083
66,67	1.800.000	1.200.000	1.080.000	1.080.000	900.000	900.000	830.769	720.000	635.294	600.000

En la encuesta final se redondea a miles cada uno de los valores.

Si en la primera pregunta de Double Bounded el agricultor contesta que SI estaría dispuesto a pagar la DAP presentada en \$/ha, entonces se le consulta nuevamente por un valor un 20% mayor y por el contrario si el agricultor NO está dispuesto a pagar el valor presentado, se le consulta nuevamente por un valor un 20% menor al original, todos los valores redondeados en miles.

### 9.4.3 Tamaño muestral

De acuerdo a lo expuesto en el punto 5.3.2 Descripción de las actividades principales “Determinación del Tamaño Muestral”, y considerando los valores de DAP en \$/ha al año entregados por los agricultores, se tienen los siguientes parámetros:

- Media = 120.745
- Desviación = 170.419
- Error Muestral = 12,6%

Con todo lo anterior, el tamaño de muestra es de 506 encuestas.

### 9.4.4.- Diseño de la muestra

A continuación se presenta la distribución a encuestar por cuenca:

Tabla 9.8

Cantidad de encuestas según sector y superficie del predio

Sector La Ligua	Clasificación por superficie	Nº a encuestar
L1	Pequeños (<=1)	0
	Medianos (>1,01 y <=20)	0
	Grandes (<200,1)	1
L2	Pequeños (<=1)	8
	Medianos (>1,01 y <=20)	12
	Grandes (<200,1)	3
L3	Pequeños (<=1)	8
	Medianos (>1,01 y <=20)	14
	Grandes (<200,1)	6
L4	Pequeños (<=1)	8
	Medianos (>1,01 y <=20)	12
	Grandes (<200,1)	3
L5	Pequeños (<=1)	0
	Medianos (>1,01 y <=20)	3
	Grandes (<200,1)	0
L6	Pequeños (<=1)	8
	Medianos (>1,01 y <=20)	17
	Grandes (<200,1)	1
L7	Pequeños (<=1)	8
	Medianos (>1,01 y <=20)	13
	Grandes (<200,1)	2
L8	Pequeños (<=1)	8
	Medianos (>1,01 y <=20)	14
	Grandes (<200,1)	1
L9	Pequeños (<=1)	0
	Medianos (>1,01 y <=20)	2
	Grandes (<200,1)	2
L10	Pequeños (<=1)	8
	Medianos (>1,01 y <=20)	18
	Grandes (<200,1)	4
L11	Pequeños (<=1)	8
	Medianos (>1,01 y <=20)	14
	Grandes (<200,1)	1
L12	Pequeños (<=1)	8
	Medianos (>1,01 y <=20)	9
	Grandes (<200,1)	6
L13	Pequeños (<=1)	8
	Medianos (>1,01 y <=20)	11
	Grandes (<200,1)	4
<b>TOTAL</b>		<b>253</b>

Sector Petorca	Clasificación por superficie	Nº a encuestar
P1	Pequeños (<=1)	2
	Medianos (>1,01 y <=20)	4
	Grandes (<200,1)	2
P2	Pequeños (<=1)	0
	Medianos (>1,01 y <=20)	0
	Grandes (<200,1)	0
P3	Pequeños (<=1)	14
	Medianos (>1,01 y <=20)	20
	Grandes (<200,1)	5
P4	Pequeños (<=1)	13
	Medianos (>1,01 y <=20)	22
	Grandes (<200,1)	3
P5	Pequeños (<=1)	14
	Medianos (>1,01 y <=20)	9
	Grandes (<200,1)	1
P6	Pequeños (<=1)	0
	Medianos (>1,01 y <=20)	0
	Grandes (<200,1)	1
P7	Pequeños (<=1)	1
	Medianos (>1,01 y <=20)	1
	Grandes (<200,1)	2
P8	Pequeños (<=1)	14
	Medianos (>1,01 y <=20)	21
	Grandes (<200,1)	5
P9	Pequeños (<=1)	2
	Medianos (>1,01 y <=20)	10
	Grandes (<200,1)	3
P10	Pequeños (<=1)	14
	Medianos (>1,01 y <=20)	19
	Grandes (<200,1)	7
P11	Pequeños (<=1)	0
	Medianos (>1,01 y <=20)	0
	Grandes (<200,1)	1
P12	Pequeños (<=1)	14
	Medianos (>1,01 y <=20)	19
	Grandes (<200,1)	10
<b>TOTAL</b>		<b>253</b>

El listado de agricultores de la zona, se obtuvo de una recopilación de dos fuentes de información:

- Información Dirección General de Aguas (catastro)
- Información CIREN CORFO (ROL EXTRACTO AGRÍCOLA S.I.I.)

La principal dificultad en el trabajo de terreno, viene dada por el hecho que las fuentes de información mencionadas, no estaban actualizadas y por lo tanto, se procedió a encuestar a los agricultores en la medida que se encontraban en sus predios, que además tuvieran conocimiento del tema del agua y estuvieran dispuestos a responder.

#### **9.5.- Aplicación de la Encuesta**

Existen 25 encuestas distintas de Valoración Contingente a aplicar, donde varía la DAP entregada en el escenario hipotético.

El encuestador entregará un valor de DAP expresado en \$/ha al año, dependiendo del sistema de riego que el agricultor utiliza. A modo de ejemplo, se muestra en el Anexo 5 “Encuestas”, uno de los 25 tipos de encuesta, con la media en DAP \$22,37/m<sup>3</sup>, es decir el valor por el que se pregunta la mayor cantidad de veces, 37 encuestas.

La encuesta se realizó entre los días 27 de noviembre y 6 de diciembre 2006, contando con 7 encuestadores, 2 supervisores y 2 guías, organizados en 3 grupos. Los guías otorgaban orientación en la búsqueda de los distintos predios en cada cuenca.

Tal como se mostró en el punto 9.3.6., el tamaño muestral es de 506.

La distribución se realiza en forma homogénea por tamaños y por sectores dentro de cada cuenca: La Ligua y Petorca.

La clasificación por tamaño se amplió, debido a que no existe representatividad de predios en algunos sectores, las nuevas categorías son:

- Pequeños: Predios con superficie menor a 1 hectárea
- Medianos: Predios con superficie mayor a 1,01 ha y menor a 20 ha
- Grandes: Predios con superficie mayor a 20,1 hectáreas

## **9.6. Resultados Encuesta**

Se encuestaron a 480 agricultores, 325 en La Ligua, 153 en Petorca y 2 encuestas que no mencionan a que cuenca pertenecen.

De las 480 encuestas, se eliminan 25 por las siguientes razones:

- Sin sistema de riego: 9
- Sin respuesta en DAPX1: 8
- Sin VDAP1: 5
- Sin respuesta en DAPY2: 2
- Sin respuesta en DAPZ2: 1

Analizaremos a continuación los resultados de las 455 encuestas restantes, esto equivale a un 95% de encuestas útiles, porcentaje considerado alto en este tipo de estudios.

### **9.6.1 Análisis Descriptivo**

Lo primero es entregar una descripción detallada en cuanto a como fueron contestadas las distintas variables: respuestas que corresponden al formato, categorías, unidades y similares, catalogadas como válidas, respuestas que no cumplen con los formatos, unidades, etc. y que no se pueden utilizar, son consideradas inválidas y finalmente el número de encuestas que no contestaron dicha variable.

Tabla 9.9

Frecuencia de respuestas válidas según variable. MVC

Item	Pregunta	Categorías	Variables	Válidas	Inválidas	No contestaron
1. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL AGUA:	1.1. En relación a la cantidad de agua, ¿con cuánta agua de riego cuenta su predio?	Cantidad de Aguas Superficiales	QASUP	204	22	229
		Unidad de Aguas Superficiales: 1: litros por segundo 2: acciones	UASUP	204	0	251
		Cantidad de Aguas Subterráneas	QASUB	45	1	409
		Unidad de Aguas Subterráneas: 1: litros por segundo 2: acciones	UASUB	45	0	410
		Nº de Pozos	NPOZS	233	0	222
	1.2. Indicar la cantidad de derechos de agua legalizados o en proceso de legalización que posee:	Derechos de Aguas Superficiales	DASUP	166	3	286
		Unidad de Derechos de Aguas Superficiales: 1: litros por segundo 2: acciones	UDASP	166	0	289
		Derechos de Aguas Subterráneas	DASUB	46	1	408
		Unidad de Derechos de Aguas Subterráneas: 1: litros por segundo 2: acciones	UDASB	45	0	410
	1.3. ¿Cuántas hectáreas son regadas por aguas superficiales (ríos, esteros, quebradas)?		HASUP	355	0	100
	1.4. ¿Cuántas hectáreas son regadas por aguas subterráneas?		HASUB	180	1	274
	1.5. ¿Su predio presenta terreno seco?	0: NO 1: SI	SCANO	449	0	6
		Especificar la cantidad de hectáreas:	HSECN	99	3	353
	1.6. ¿A qué distancia está la fuente de agua superficial más cercana?	Distancia: (Kilómetros)	DFASP	405	2	48
	1.7. Especificar el sistema de riego que utiliza en su predio y la cantidad de años que lleva utilizándolo:	1: Tendido 2: Surcos 3: Surcos en contorno 4: Bordes en contorno 5: Bordes rectos 6: Pretiles 7: Tazas 8: Aspersión 9: Microjet o Microaspersión 10: Goteo	RIEG1	455	0	0
		Años que lleva utilizándolo:	ARIE1	449	3	3
		1: Tendido 2: Surcos 3: Surcos en contorno 4: Bordes en contorno 5: Bordes rectos 6: Pretiles 7: Tazas 8: Aspersión 9: Microjet o Microaspersión 10: Goteo	RIEG2	87	1	367
		Años que lleva utilizándolo:	ARIE2	86	1	368
		1: Tendido 2: Surcos 3: Surcos en contorno 4: Bordes en contorno 5: Bordes rectos 6: Pretiles 7: Tazas 8: Aspersión 9: Microjet o Microaspersión 10: Goteo	RIEG3	4	0	451
		Años que lleva utilizándolo:	ARIE3	4	0	451
	1.8. ¿Nos podría indicar si ha tenido problemas con el sistema actual de riego?	0: NO 1: SI	PRBRG	453	0	2

Item	Pregunta	Categorías	Variables	Válidas	Inválidas	No contestaron
1. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL AGUA:		1: Mantenión 2: Bombeo 3: Construcción 4: Otros Gastos	GAST1	342	0	113
	1.9. Indicar el tipo de gasto que realiza en los actuales sistemas de riego y el monto gastado el último año:	Monto: (\$/año)	MGST1	320	9	126
		1: Mantenión 2: Bombeo 3: Construcción 4: Otros Gastos	GAST2	88	0	367
		Monto: (\$/año)	MGST2	88	0	367
		1: Mantenión 2: Bombeo 3: Construcción 4: Otros Gastos	GAST3	12	0	443
		Monto: (\$/año)	MGST3	12	1	442
	1.10. ¿Han sufrido daños sus cultivos en los últimos 10 años por falta de agua?	0: NO 1: SI	DANOS	434	12	9
		¿cuántos años?	ADANO	238	12	205
		Favor cuantificar la pérdida: (\$)	PERDI	125	20	310
	1.11. Indicar el tipo de daño que han sufrido sus cultivos en los últimos 10 años por falta de agua:	1: Pérdida de producción 2: Menor calidad del producto 3: Baja de rendimiento 4: Menor superficie plantada 5: Otro daño	TIPDA	269	0	186
	1.12. Acciones que tomó para mitigar el daño por falta de agua:	1: Comprar agua 2: Sacrificó cultivos 3: Construcción de pozos 4: Otros	ACCIO	253	0	202
		Nos podría indicar ¿cuánto le costó?	COSTA	95	20	340
	1.13. ¿Se siente satisfecho con la seguridad del agua de riego que recibe?	1: SI 0: NO	SEGUR	450	3	2
2. ESCENARIO HIPOTÉTICO: CONSTRUCCIÓN DE EMBALSES	Valor DAP1	En \$/ha	VDAP1	455	0	0
	2.1. Por esto nos gustaría saber ¿estaría dispuesto a pagar "X" al año para regar 1 hectárea?	1: SI 0: NO	DAPX1	455	0	0
	Valor DAP2	En \$/ha	VDAP2	85	0	370
	2.2. Si en los estudios del proyecto se determina que el costo anual es mayor, ¿estaría dispuesto a pagar "Y" para regar 1 hectárea?	1: SI 0: NO	DAPY2	85	0	370
	Valor DAP3	En \$/ha	VDAP3	370	0	85
	2.3. ¿Estaría dispuesto a pagar "Z" al año para regar 1 hectárea?	1: SI 0: NO	DAPZ2	370	0	85
3. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL DUEÑO DEL PREDIO:	3.1. Edad del dueño del predio:	(años)	EDADD	444	3	8
	3.2. Nivel de educación:	1: Básica 2: Media 3: Universitaria	EDUCA	367	0	88
	3.3. Nivel de renta del agricultor (promedio mensual):	1: Menor a \$100.000 2: Entre \$100.001 y \$300.000 3: Entre \$300.001 y \$500.000 4: Entre \$500.001 y \$1.000.000 5: Entre \$1.000.001 y \$3.000.000 6: Sobre \$3.000.001	RENTA	440	0	15
DATOS ENCUESTA:	Lugar:	1: Cuenca Río La Ligua 2: Cuenca Río Petorca	CUENC	453	0	2
	Distancia del predio a la ciudad de La Ligua:	(Kilómetros)	DLIGA	403	1	51
	Distancia del predio a la ciudad de Petorca:	(Kilómetros)	DPETC	174	0	281



## **9.6.2 Tratamiento de los datos**

### **1. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL AGUA:**

- 1.1. De las variables QASUP y QASUB se convierten todas las cantidades de agua en litros por segundo con las variables UASUB y UASUP y las transformaciones de acción a litros por segundo, presentadas en el Capítulo VIII.

$$1 \text{ acción} = 0.2137 \text{ litros por segundo en la cuenca de La Ligua}$$

$$1 \text{ acción} = 0.53326 \text{ litros por segundo en la cuenca de Petorca}$$

- Estos valores se suman y se crea la variable QAGUH. Esta variable tiene una tasa de respuestas válidas de 220, por lo tanto es preciso completar 235 valores. El método de llenado es calcular la cantidad de agua basándose en las hectáreas regadas y el sistema de riego, tal como se presentó en el punto 9.3.5.
- 1.2. Se creó una variable artificial llamada QAHER, que es la cantidad de agua pero basada exclusivamente en las hectáreas regadas y el sistema de riego correspondiente.
- 1.3. Para la variable NPOZS, se completaron 222 valores con 0, ya que se asumió que si no contestaron es porque no tenían pozo en su predio.
- 1.4. De las variables DASUP y DASUB se convierten todos los derechos de agua en litros por segundo con las variables UDASB y UDASP y aplicando las mismas transformaciones presentadas en el punto 1.1. Estos valores se suman y se crea la variable DAGUH. Esta variable tiene una tasa de respuestas válidas de 183, por lo tanto es preciso completar 272 valores. El método de llenado se basa en extrapolar los valores de derechos de agua en una recta entre las hectáreas regadas (HREGA) y DAGUH con una pendiente de 0.46
- 1.5. De las variables HASUP y HASUB, se suman y se crea la variable HREGA que es la cantidad de hectáreas regadas. Esta variable tiene una tasa de respuestas válidas de 445, por lo tanto es preciso completar 10 valores. El método de llenado es incorporar el promedio de las hectáreas regadas en 9 casos y 0 en un caso, donde el encuestado afirma que tiene terreno seco.
- 1.6. Para la variable SCANO, se completaron 6 valores con 0, ya que se asumió que si no contestaron es porque no tenían terreno seco.

- 1.7. Para la variable HSECN, se completaron 356 valores. El método de llenado fue combinado: se completaron con 0, 348 encuestas, aquellas que en la variable SCANO dijeron 0, o sea que no presenta terreno seco. Las restantes 8 encuestas se completaron con el promedio simple original=16,008 ha de seco.
- 1.8. Para la variable DFASP, se completaron 50 valores con el promedio simple original=1,671 Kilómetros. Y se cambiaron 124 encuestas que indicaban el valor 0 y los que indicaban colindante por el menor valor=0,003 Kilómetros, para evitar problemas de colinealidad.
- 1.9. De las variables RIEG1, RIEG2 y RIEG3, se construyeron 2 nuevas variables: RIEGM y RIEGE, ya que hubo encuestados que tenían más de un sistema de riego, entonces para rescatar dicha información, se construyeron estas dos nuevas variables dicotómicas, la primera de ellas RIEGM, son los sistemas de riego menos eficientes (30 a 50%: Tendido, Surcos y Surcos en Contorno) indicando un 1 si el encuestado afirmó tener alguno de estos sistemas de riego y 0 en caso contrario. La variable RIEGE, son los sistemas de riego más eficientes (65 a 90%: Tazas, Aspersión, Microjet y Goteo), la variable fue creada de la misma manera que RIEGM. El resto de los sistemas de riego, no fueron mencionados por los agricultores.
- 1.10. Las variables ARIE1, ARIE2 y ARIE3, no se consideraron, ya que al unir varios sistemas de riego, no tiene sentido mencionar la cantidad de años, sin especificar el sistema en particular.
- 1.11. Para la variable PRBRG, se completaron 2 valores con 0, ya que se asumió que al no indicar un valor, no ha tenido problemas con el sistema actual de riego.
- 1.12. Para las variables GAST1, GAST2 y GAST3, se construyó una nueva variable GASTO que indica con 1 si el agricultor ha realizado algún tipo de gasto en los actuales sistemas de riego y 0 en caso contrario. Esta construcción se basó en la tasa de respuesta para cada categoría ya que no fue considerable y además un mismo agricultor había realizado 2 o más tipos de gastos. A continuación se detalla la cantidad de encuestas que respondieron SI a los distintos tipos de gastos: gasto en mantención 135, gasto en bombeo 181, gasto en construcción sólo 9 y otros gastos 118.

- 1.13. Para las variables MGST1, MGST2 y MGST3, se construyó una nueva variable MGASH, que es la suma de las anteriores. La tasa de respuesta es 327, por lo tanto es preciso completar 129 valores. El método de llenado es combinado, se completan 112 encuestas con 0, si no ha presentado algún tipo de gasto y las restantes 17 son valores extrapolados de monto gastado en una recta entre las hectáreas regadas (HREGA) y MGAST con una pendiente de \$69.367
- 1.14. Para la variable DANOS, se completaron 21 valores con 0, ya que se asumió que si no contestaron es porque no han sufrido daños sus cultivos en los últimos 10 años por falta de agua.
- 1.15. Para la variable ADANO, la tasa de respuesta es de 238, entonces es preciso completar 217 encuestas. El método de llenado es combinado, se completan 185 encuestas con 0, si no han sufrido daños sus cultivos en los últimos 10 años por falta de agua y las restantes 32 se completan con el promedio simple original=3 años.
- 1.16. Para la variable PERDI, la tasa de respuesta es de 125, entonces es preciso completar 330 encuestas. El método de llenado es combinado, se completan 185 encuestas con 0, si no han sufrido daños sus cultivos en los últimos 10 años por falta de agua y las restantes 145 se completan con valores extrapolados de pérdida en una recta entre las hectáreas regadas (HREGA) y PERDI con una pendiente de \$ 1.130.031.-
- 1.17. De la variable TIPDA, se crearon 3 nuevas variables PPROD, BREND y ODANO, porque algunos agricultores contestaron más de 1 tipo de daño que han sufrido sus cultivos en los últimos 10 años por falta de agua. La variable PPROD se marca con un 1 si el agricultor ha sufrido pérdida de producción, la variable BREND indica baja de rendimiento y la variable ODANO indica si los cultivos del agricultor han sufrido menor calidad del producto, menor superficie plantada y otros daños que no han sido mencionado en las otras variables.
- 1.18. De la variable ACCIO, se crearon 3 nuevas variables SCULT, CPOZO y OACCI, porque algunos agricultores contestaron más de 1 acción que tomó para mitigar el daño por falta de agua. La variable SCULT se marca con un 1 si el agricultor sacrificó cultivos, la variable CPOZO indica construcción de pozos y la

variable OACCI indica comprar agua y otras acciones que no han sido mencionadas en las otras variables.

1.19. Para la variable COSTA, la tasa de respuesta es de 95, entonces es preciso completar 360 encuestas. El método de llenado es combinado, se completan 203 encuestas con 0, si no ha tomado acciones para mitigar el daño por falta de agua y las restantes 157 se completan con valores extrapolados de costo de las acciones en una recta entre las hectáreas regadas (HREGA) y COSTA con una pendiente de \$ 886.328.-

1.20. Para la variable SEGUR, se completaron 5 encuestas con el valor 1 ya que era la moda de la variable

## 2. ESCENARIO HIPOTÉTICO: CONSTRUCCIÓN DE EMBALSES

2.1. Las variables VDAP1, VDAP2 y VDAP3 se transformaron de \$/ha a \$/m3 dependiendo del sistema de riego, tal como se mencionó en el punto 9.3.5. Estas variables tienen una tasa de respuesta de 100%, ya que en caso contrario, se eliminó la encuesta y no se consideró como universo. Para los modelos econométricos Single Bounded, sólo se utilizará la variable VDAP1. Las variables a utilizar para los modelos econométricos Double Bounded serán presentadas en el punto 9.6.6.

2.2. Las variables DAPX1, DAPY2 y DAPZ2 tienen una tasa de respuesta de 100%, ya que en caso contrario, se eliminó la encuesta y no se consideró como universo. Se utilizarán para los modelos econométricos Single Bounded, la variable DAPX1. Las variables a utilizar para los modelos econométricos Double Bounded serán presentadas en el punto 9.6.6.

## 3. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL DUEÑO DEL PREDIO:

3.1. La variable EDADD, tiene una tasa de respuesta de 444, entonces es preciso completar 11 encuestas. Se completan con el promedio simple original=63 años.

3.2. La variable EDUCA, tiene una tasa de respuesta de 367, entonces es preciso completar 88 encuestas. Se completan con la moda, el nivel de educación básica=1.

3.3. La variable RENTA, tiene una tasa de respuesta de 440, entonces es preciso completar 15 encuestas. Se completan con la moda, el nivel de renta menor a \$100.000=1

#### 4. DATOS ENCUESTA:

4.1. La variable CUENC, tiene una tasa de respuesta de 453, entonces es preciso completar 2 encuestas. Se completan con la moda, cuenca río La Ligua=1

4.2. De las variables DLIGA y DPETC se creó la variable DCIUD, que refleja la distancia a la ciudad más cercana. La tasa de respuesta es de 415, entonces es preciso completar 40 encuestas. Se completan 27 encuestas con la distancia promedio a la ciudad de La Ligua, 16,9 Kilómetros, si el predio se encuentra en la cuenca de La Ligua y se completaron 13 encuestas con la distancia promedio a la ciudad de Petorca, 17 Kilómetros, si el predio se encuentra en la cuenca de Petorca.

### **9.6.3.- Análisis cualitativo**

#### 1. Encabezado:

1.1. El 51% que respondió la encuesta fue el mismo dueño, 20% un hijo/a, otro 12% el cónyuge, un 8% algún familiar y el resto administrador, trabajador, cuidador y mediero, entre otros.

#### 2. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL AGUA:

2.1. Fuente de agua superficial más cercana: Contestaron la pregunta 418 encuestas, destacándose, canal mencionada 180 veces, Río Petorca 55, Río La Ligua 49, tranque 45, río en general 30, ríos con nombres específicos 23, estero 17, acequia 11 y toma 4.

2.2. Problemas con el actual sistema de riego: Contestaron la pregunta 179 encuestas, destacándose, años secos mencionado 89 veces, escasez de agua 50, problemas con la distribución del agua 22, relacionados con el sistema de riego 8 y calidad del agua 3.

- 2.3. Otro tipo de gasto, distinto a mantención, bombeo y construcción que ha realizado en el sistema de riego: Contestaron la pregunta 112 encuestas, destacándose, agua mencionada 60 veces, acción 11, aguatero 6, compra de repuestos 5, compra de combustible o abono o líquidos 3.
- 2.4. Otro daño, distinto a pérdida de producción, menor calidad del producto, baja de rendimiento y menor superficie plantada, que han sufrido sus cultivos en los últimos 10 años por falta de agua: Contestaron la pregunta 19 encuestas, destacándose que se secan los árboles y/o cultivos mencionado 7 veces, enfermedades en los árboles 3.
- 2.5. Acciones, distintas a comprar agua, sacrificar cultivos o construir pozos, que tomó para mitigar el daño por falta de agua: Contestaron la pregunta 54 encuestas, destacándose el hecho que los agricultores no sembraron mencionado 6 veces, profundizar el pozo 5, distanciar el riego 3, reemplazo de cultivos 3, pedir a un conocido o familiar 3 y sacar agua de otro lado distinto al habitual 2.
- 2.6. ¿Por qué se siente satisfecho con la seguridad del agua de riego que recibe?: Contestaron la pregunta 398 encuestas. Las razones las dividiremos dependiendo de la respuesta en la variable SEGUR, si  $SEGUR=0$ , es decir que no se siente satisfecho con la seguridad del agua de riego, respondieron 181. Entre las principales razones destacan la falta de agua mencionada 64 veces, seguridad del agua 37, años secos 27, mala distribución 20, mala infraestructura 10, valor del agua 6, mala calidad del agua 3, se pierde el agua en el mar 2, lejos de la fuente de agua 2. Si  $SEGUR=1$ , es decir que sí se siente satisfecho con la seguridad del agua de riego, respondieron 274, entre las principales razones destacan que hay agua mencionada 85 veces, sin problemas 51, pozo 38, años buenos 20, cerca de la fuente de agua 6, buena infraestructura 4, buena distribución 4, seguridad del agua 3 y buenos cultivos 2; también es preciso destacar que hubo 5 razones que apuntaban a que no estaba satisfecho con la seguridad del agua de riego.

### 3. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL DUEÑO DEL PREDIO:

- 3.1. Nivel de educación universitario, indicar título: Contestaron la pregunta 12 encuestas, destacándose profesor mencionado 4 veces.

#### 4. DATOS ENCUESTA:

4.1. Grado de confiabilidad de las respuestas: Los porcentajes por cada alternativa son muy confiable con un 70% (305 encuestas), 25% algo confiables y poco confiables 5%.

#### 9.6.4.- Análisis Estadístico

A continuación se presenta un análisis estadístico de las variables que finalmente se utilizarán para los modelos econométricos. Este análisis es extraído directamente del programa Stata donde se testearán los distintos modelos econométricos para explicar la respuesta dicotómica (0 y 1) a un cierto valor de DAP presentado, versus el resto de las variables.

**Tabla 9.10**  
**Análisis estadístico de las variables del Modelo de valoración contingente**

Variable	Obs	Promedio	Des. Est.	Min	Max	Significado
qaguh	455	5.449047	12.68272	0	93.18444	Cantidad agua
npozs	455	.5934066	.6957711	0	6	N° de pozos
daguh	455	11.5167	8.891421	.02	85.48	Derechos agua
hrega	455	5.572998	25.10677	0	500	Ha regadas
scano	455	.2351648	.4245686	0	1	Presencia seca
hsecn	455	3.76453	35.66552	0	700	Ha secano
dfasp	455	1.681143	9.825185	.003	200	Distancia agua
riegm	455	.7692308	.4217888	0	1	Riego - eficie
riege	455	.3582418	.4800115	0	1	Riego + eficie
prbrg	455	.3758242	.4848681	0	1	Problema riego
gasto	455	.7538462	.4312434	0	1	Gasto en riego
mgash	455	.629327	.3766192	0	5.00e+07	Monto gasto
danos	455	.5934066	.4917384	0	1	Daños cultivos
adano	455	1.838015	2.24045	0	10	Años con daño
perdi	455	.2799667	.6066320	0	6.01e+07	Pérdida x daño
pprod	455	.4571429	.4987082	0	1	Per produccion
brend	455	.2087912	.4068923	0	1	Baja rendimien
odano	455	.1934066	.3954037	0	1	Menor calidad
scult	455	.2571429	.4375399	0	1	Sacrificio cult
cpozo	455	.1758242	.3810895	0	1	Construc pozo
oacci	455	.2065934	.4053068	0	1	Comprar agua
costa	455	.1603209	.3271754	0	3.08e+07	Costo acciones
segur	455	.6021978	.4899829	0	1	Seguridad
vdap1	455	25.7471	14.52365	.22	66.67	Primer valor
dapx1	455	.1868132	.3901905	0	1	Primera respue
vdap2	455	30.89675	17.42819	.27	80	Valor mayor
dapy2	455	.1340659	.3410982	0	1	Resp a mayor
vdap3	455	20.59835	11.61861	.18	53.33	Valor menor
dapz2	455	.2505495	.4338064	0	1	Resp a menor
edadd	455	63.19299	13.79141	21	100	Edad dueño
educa	455	1.334066	.614118	1	3	Educación dueñ
renta	455	185604.4	341553.9	100000	3000000	Renta dueño
cuenc	455	1.312088	.4638555	1	2	Cuenca predio
dciud	455	17.10749	14.21833	1	80	Distancia ciud

A continuación se presentan las tablas de frecuencias para las variables y para los valores propuestos de DAP.

Tabla 9.11

Frecuencia de las variables testeadas Método de valoración contingente

NPOZS	Frec.	Porcent	Acum.
0	222	48.79	48.79
1	207	45.49	94.29
2	19	4.18	98.46
3	5	1.10	99.56
4	1	0.22	99.78
6	1	0.22	100.00
Total	455	100.00	

SCANO	Frec.	Porcent	Acum.
0	348	76.48	76.48
1	107	23.52	100.00
Total	455	100.00	

RIEGM	Frec.	Porcent	Acum.
0	105	23.08	23.08
1	350	76.92	100.00
Total	455	100.00	

RIEGE	Frec.	Porcent	Acum.
0	292	64.18	64.18
1	163	35.82	100.00
Total	455	100.00	

PRBRG	Frec.	Porcent	Acum.
0	284	62.42	62.42
1	171	37.58	100.00
Total	455	100.00	

GASTO	Frec.	Porcent	Acum.
0	112	24.62	24.62
1	343	75.38	100.00
Total	455	100.00	

DANOS	Frec.	Porcent	Acum.
0	185	40.66	40.66
1	270	59.34	100.00
Total	455	100.00	

PPROD	Frec.	Porcent	Acum.
0	247	54.29	54.29
1	208	45.71	100.00



Total	455	100.00	
ADANO	Frec.	Porcent	Acum.
0	185	40.66	40.66
1	58	12.75	53.41
2	60	13.19	66.59
3	69	15.16	81.76
3.109375	21	4.62	86.37
4	17	3.74	90.11
5	14	3.08	93.19
6	9	1.98	95.16
7	6	1.32	96.48
8	3	0.66	97.14
9	2	0.44	97.58
10	11	2.42	100.00
Total	455	100.00	

BREND	Frec.	Porcent	Acum.
0	360	79.12	79.12
1	95	20.88	100.00
Total	455	100.00	

ODANO	Frec.	Porcent	Acum.
0	367	80.66	80.66
1	88	19.34	100.00
Total	455	100.00	

SCULT	Frec.	Porcent	Acum.
0	338	74.29	74.29
1	117	25.71	100.00
Total	455	100.00	

CPOZO	Frec.	Porcent	Acum.
0	375	82.42	82.42
1	80	17.58	100.00
Total	455	100.00	

OACCI	Frec.	Porcent	Acum.
0	361	79.34	79.34
1	94	20.66	100.00
Total	455	100.00	

SEGUR	Frec.	Porcent	Acum.
0	181	39.78	39.78
1	274	60.22	100.00
Total	455	100.00	

EDUCA	Frec.	Porcent	Acum.
1	338	74.29	74.29
2	82	18.02	92.31
3	35	7.69	100.00
Total	455	100.00	

VDAP1	Frec.	Porcent	Acum.
.22	7	1.54	1.54
2.99	18	3.96	5.49
5.76	24	5.27	10.77
8.53	25	5.49	16.26
11.3	21	4.62	20.88
14.06	33	7.25	28.13
16.83	16	3.52	31.65
19.6	40	8.79	40.44
22.37	35	7.69	48.13
25.14	33	7.25	55.38
27.91	22	4.84	60.22
30.68	31	6.81	67.03
33.44	29	6.37	73.41
36.21	23	5.05	78.46
38.98	20	4.40	82.86
41.75	18	3.96	86.81
44.52	16	3.52	90.33
47.29	13	2.86	93.19
50.06	9	1.98	95.16
52.82	8	1.76	96.92
55.59	4	0.88	97.80
58.36	2	0.44	98.24
61.13	4	0.88	99.12
63.9	3	0.66	99.78
66.67	1	0.22	100.00
Total	455	100.00	

DAPX1	Frec.	Porcent	Acum.
0	370	81.32	81.32
1	85	18.68	100.00
Total	455	100.00	

VDAP2	Frec.	Porcent	Acum.
.27	7	1.54	1.54
3.59	18	3.96	5.49
6.91	24	5.27	10.77
10.23	25	5.49	16.26
13.56	21	4.62	20.88
16.88	33	7.25	28.13
20.2	16	3.52	31.65
23.52	40	8.79	40.44
26.84	35	7.69	48.13
30.17	33	7.25	55.38
33.49	22	4.84	60.22
36.81	31	6.81	67.03
40.13	29	6.37	73.41
43.46	23	5.05	78.46
46.78	20	4.40	82.86
50.1	18	3.96	86.81
53.42	16	3.52	90.33
56.74	13	2.86	93.19
60.07	9	1.98	95.16
63.39	8	1.76	96.92
66.71	4	0.88	97.80
70.03	2	0.44	98.24
73.36	4	0.88	99.12
76.68	3	0.66	99.78
80	1	0.22	100.00
Total	455	100.00	

DAPY2	Frec.	Porcent	Acum.
0	394	86.59	86.59
1	61	13.41	100.00
Total	455	100.00	

VDAP3	Frec.	Porcent	Acum.
.18	7	1.54	1.54
2.39	18	3.96	5.49
4.61	24	5.27	10.77
6.82	25	5.49	16.26
9.04	21	4.62	20.88
11.25	33	7.25	28.13
13.47	16	3.52	31.65
15.68	40	8.79	40.44
17.9	35	7.69	48.13
20.11	33	7.25	55.38
22.33	22	4.84	60.22
24.54	31	6.81	67.03
26.76	29	6.37	73.41
28.97	23	5.05	78.46
31.19	20	4.40	82.86
33.4	18	3.96	86.81
35.61	16	3.52	90.33
37.83	13	2.86	93.19
40.04	9	1.98	95.16
42.26	8	1.76	96.92
44.47	4	0.88	97.80
46.69	2	0.44	98.24
48.9	4	0.88	99.12
51.12	3	0.66	99.78
53.33	1	0.22	100.00
Total	455	100.00	

DAPZ2	Frec.	Porcent	Acum.
0	341	74.95	74.95
1	114	25.05	100.00
Total	455	100.00	

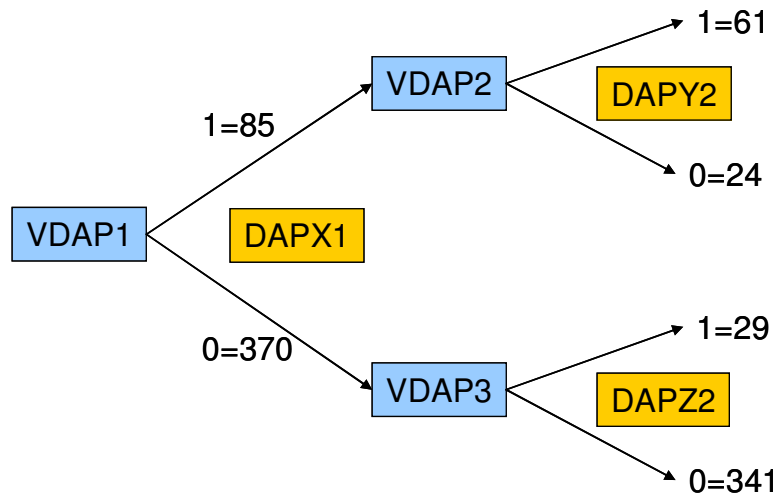
RENTA	Frec.	Porcent	Acum.
100000	296	65.05	65.05
150000	125	27.47	92.53
400000	14	3.08	95.60
750000	10	2.20	97.80
2000000	7	1.54	99.34
3000000	3	0.66	100.00
Total	455	100.00	

CUENC	Frec.	Porcent	Acum.
1	313	68.79	68.79
2	142	31.21	100.00
Total	455	100.00	

De las tablas de frecuencias destacan las variables relacionadas con el escenario hipotético, a continuación se presenta un esquema con las respuestas a los distintos valores planteados:

Figura 2

Distribución de respuestas en encuesta de valoración contingente



#### **9.6.5. Modelo Econométrico Single Bounded**

El objetivo es encontrar un modelo econométrico que explique la respuesta DAPX1 a través del resto de las variables, con una significancia mayor al 95%.

Se presentan los resultados obtenidos, considerando todas las variables, para diferentes tipos de regresiones y se opta por una en particular porque predice de mejor manera DAPX1. Es importante destacar que al ser la variable DAPX1 una variable dicotómica, puede ser explicada a través de tres diferentes tipos de regresiones:

- logit: asume errores exponenciales en la regresión
- probit: asume errores normales en la regresión
- logistic: asume errores exponenciales en la regresión, pero el modelo no tiene una constante asociada

Se testaron los tres tipos de regresiones probit, logic y logistic. A continuación se presentan los parámetros relevantes para la toma de decisión de un tipo de regresión en particular:

Tabla 9.12.  
Medidas de ajuste de distintos tipos de modelos

REGRESIÓN	PROBIT	LOGIT	LOGISTIC
Istat	82,20%	81,98%	81,98%
Wald $\chi^2$	71,34	71,34	71,34
Pseudo $R^2$	0,1965	0,1965	0,1965
Log pseudo-likelihood	176,05156	176,05156	176,05156

A modo de explicación de los parámetros, un modelo predice mejor si el Istat se acerca más al 100%, si el wald  $\chi^2$  es mayor, si el Pseudos  $R^2$  se acerca más a 1 y finalmente si Log pseudo-likelihood es mayor. Por tanto, de la tabla se puede apreciar que sólo el parámetro Istat resultó distinto entre las regresiones, y que la regresión que mejor predice es una probit.

Siguiendo con el proceso se testean las distintas variables con DAPX1 hasta encontrar un modelo con todas las variables significativas al 95%, pero este método no arrojó resultados económicamente viables, ya que al calcular el valor de la disposición a pagar resultaron negativos. Esto se explica por la diferencia de magnitud entre una variable y otra, por tanto se procedió a normalizar las variables monetarias, y aquellas con valores mayores a 10. A continuación se presentan los nuevos valores promedio, desviación estandar, mínimo y máximo para las variables normalizadas.

**Tabla 9.13**

**Análisis estadístico variables normalizadas MVC**

Variable	Obs	Promedio	Desv. Est.	Min	Max	Normalización
ngagu	455	.4515385	.1659024	.3398246	1	Cantidad agua
ndagu	455	.4925347	.2650262	.1223271	1	Derechos agua
nhreg	455	.451079	.2084103	.2725382	.9999999	Ha regadas
nhsec	455	.4624867	.0915515	.436419	1	Ha secano
ndfas	455	.4563893	.1963548	.310084	1	Distancia agua
nmgas	455	.4675951	.0847977	.4336461	1	Monto gasto
nperd	455	.4562789	.186724	.3296514	1	Pérdida x agua
ncost	455	.4516675	.207282	.3193506	1	Costo acciones
nedad	455	.5083271	.2897771	.0011091	.9961942	Edad dueño
nrent	455	.4523473	.1275395	.4010493	1	Renta dueño
ndciu	455	.4637953	.2733289	.1286348	.9999951	Distanc ciudad

Con esta nueva base de datos se busca el modelo que mejor explique DAPX1 y se obtiene el siguiente modelo probit:

**Tabla 9.14**

**Modelo Econométrico Single Bounded**

Estimación Probit				Número de obs = 455			
				Wald chi2(7) = 49.13			
				Prob > chi2 = 0.0000			
Log pseudo-likelihood = -186.41635				Pseudo R2 = 0.1492			
-----							
dapxl	Coef.	Robustez Desv.est.	z	P> z	[Interv confianza 95%]		Significado
-----							
vdap1	-.0205291	.0062342	-3.29	0.001	-.0327479	-.0083103	DAP propuesta
gasto	.4183189	.2062123	2.03	0.043	.0141502	.8224876	realizó gasto
nperd	.9471822	.4339041	2.18	0.029	.0967458	1.797619	pérdida
brend	-.5920241	.2248456	-2.63	0.008	-1.032713	-.1513349	baja rendimie
scult	.4366908	.1679465	2.60	0.009	.1075217	.7658599	sacrificó cul
educa	.3362788	.1158241	2.90	0.004	.1092678	.5632898	educación due
cuenc	-.5860382	.2029765	-2.89	0.004	-.9838649	-.1882114	cuena predio
_cons	-.9496634	.3782745	-2.51	0.012	-1.691068	-.2082589	constante
-----							

**Todas las variables son significativas al 95%**

La significancia viene dada por el parámetro z, y sus principales valores son:

- $z > 1,29$ :significancia al 80%
- $z > 1,66$  significancia al 90%
- $z > 1,98$  significancia al 95%

Tal como se destaca con amarillo, el presente modelo tiene una significancia por sobre el 95% para todas sus variables.

**Análisis de los signos de las variables significativas:**

- vdap1: el signo negativo es consistente porque a mayor valor de disposición a pagar propuesto es menos probable que el encuestado diga que sí está dispuesto a pagar dicha cantidad.
- gasto: si el agricultor hace gastos en sus actuales sistema de riego entonces está dispuesto a pagar más por agua, lo que tiene sentido ya que el agricultor mantiene sus sistemas y está dispuesto a gastar en ellos
- nperd: el signo positivo viene dado porque el agricultor a medida que más pierde por falta de agua, está dispuesto a pagar más por agua, ya que ha sufrido las consecuencias de la falta de ella
- brend: si el agricultor ha sufrido baja de rendimientos en sus cultivos no está dispuesto a pagar más por agua, ya que sus ingresos han bajado por tener un producto de menor calidad
- scult: si el agricultor ha sacrificado cultivos por falta de agua está dispuesto a pagar más por agua, ya que esta consecuencia es muy severa y ha dañado severamente su presupuesto actual y futuro, por lo tanto el agricultor quiere contar con el recurso básico que mantiene su cosecha
- educa: a medida que el agricultor posee un mayor nivel educacional está dispuesto a pagar más, porque relaciona el pago por agua con una pronta recuperación de la inversión en sus cultivos
- cuenc: el signo negativo se explica porque en la cuenca del río La Ligua están dispuestos a pagar más por agua versus la cuenca del río Petorca, esto es consistente con el valor del mercado del agua obtenido en el Capítulo VIII,

donde el valor del agua obtenido para la cuenca de La Ligua es mayor que en Petorca.

**Porcentaje de Predicción:**

A continuación se presenta un cuadro donde se puede observar los valores observados y predichos por el modelo, es decir, el porcentaje de los valores “1” o “0” efectivamente predichos y el porcentaje total de valores predichos.

**Tabla 9.15**

**Porcentaje de predicción del modelo Single Bounded**

----- Valores Reales -----			
Modelo	D	~D	Total
+	11	4	15
-	74	366	440
Total	85	370	455

Clasificado + si  $\text{Pr}(D) \geq .5$   
Valor D se define como  $\text{dapx1} < 0$

Sensibilidad	$\text{Pr}(+ D)$	12.94%
Especificidad	$\text{Pr}(- \sim D)$	98.92%
Predicción Valores Positivos	$\text{Pr}(D +)$	73.33%
Predicción Valores Negativos	$\text{Pr}(\sim D -)$	83.18%
Error Predicción valores +	$\text{Pr}(+ \sim D)$	1.08%
Error Predicción valores -	$\text{Pr}(- D)$	87.06%
Proporción Errores +	$\text{Pr}(\sim D +)$	26.67%
Proporción Errores -	$\text{Pr}(D -)$	16.82%
Correctamente Clasificadas		82.86%

Un modelo debe tener porcentajes de predicciones correctas mayores que las proporciones simples de la muestra, condición que si se cumple en esta regresión.

- Predicciones SI correctas: 73,33%
- Predicciones NO correctas: 83,18%
- Predicciones Correctas: 82,86%

El porcentaje de predicción total en el modelo fue de 82,20%. De los resultados obtenidos se desprende que el modelo tiende a predecir mejor los valores NO que los SI.



### Disposición a pagar:

De la regresión probit más significativa se rescatan los coeficientes que acompañan a cada variable, cuyas distribuciones presentan los siguientes parámetros principales (las constantes se denominan con una k delante del nombre de la variable):

Tabla 9.16

#### Distribución de las variables significativas Modelo Single Bounded

Variable	Obs	Promedio	Desv.Est.	Min	Max
-----+-----					
kvdap1	455	-.0205291	0	-.0205291	-.0205291

Variable	Obs	Promedio	Desv.Est.	Min	Max
-----+-----					
kgasto	455	.4183189	0	.4183189	.4183189

Variable	Obs	Promedio	Desv.Est.	Min	Max
-----+-----					
knperd	455	.9471822	0	.9471822	.9471822

Variable	Obs	Promedio	Desv.Est.	Min	Max
-----+-----					
kbrend	455	-.5920241	0	-.5920241	-.5920241

Variable	Obs	Promedio	Desv.Est.	Min	Max
-----+-----					
kscult	455	.4366908	0	.4366908	.4366908

Variable	Obs	Promedio	Desv.Est.	Min	Max
-----+-----					
keduca	455	.3362788	0	.3362788	.3362788

Variable	Obs	Promedio	Desv.Est.	Min	Max
-----+-----					
kcuenc	455	-.5860382	0	-.5860382	-.5860382

Variable	Obs	Promedio	Desv.Est.	Min	Max
-----+-----					
kcons	455	-.9496634	0	-.9496634	-.9496634

La fórmula de cálculo para la disposición a pagar en Single Bounded, denominada daps, es:

$$\text{daps} = (\text{kgasto} * \text{gasto} + \text{knperd} * \text{nperd} + \text{kbrend} * \text{brend} + \text{kscult} * \text{scult} + \text{keduca} * \text{educa} + \text{kcuenc} * \text{cuenc} + \text{kcons}) / \text{kvdap1}$$

Con las distribuciones de los coeficientes y las variables significativas, se aplica la fórmula de cálculo para daps, los parámetros principales de su distribución se entregan a continuación:

Variable	Obs	Promedio	Desv.Est.	Min	Max
-----+-----					
daps	455	26.00066	24.19263	-47.68627	94.73546

El valor arrojado para la DAP por este modelo single bounded es de 26 \$/m3.

#### **9.6.6 Modelo Económico Double Bounded**

Tal como se señaló en el Capítulo V del presente informe, en el punto 5.2., el modelo econométrico a utilizar para Double Bounded es la maximización de la función de verosimilitud a partir de la combinación de las probabilidades para cada tipo de respuesta, es por esto que para la aplicación del modelo se crearon 4 nuevas variables de la siguiente forma:

- Variable yy, toma el valor 1 si DAPX1=1 y DAPY2=1, es 0 en cualquier otro caso
- Variable yn, toma el valor 1 si DAPX1= 1 y DAPY2=0, es 0 en cualquier otro caso
- Variable ny, toma el valor 1 si DAPX1=0 y DAPZ2=1, es 0 en cualquier otro caso
- Variable nn, toma el valor 1 si DAPX1=0 y DAPZ2=0, es 0 en cualquier otro caso

### Análisis Estadístico

A continuación se presenta un análisis estadístico y de frecuencia de las nuevas variables que se utilizarán para los modelos econométricos double bounded, el resto de las variables son las mismas que las expuestas en las tablas 9.10 y 9.11.

Tabla 9.17

#### Análisis estadístico variables modelo Doble Bounded

Variable	Obs	Promedio	Desv.Est.	Min	Max
yy	455	.1340659	.3410982	0	1
yn	455	.0527473	.2237745	0	1
ny	455	.0637363	.2445514	0	1
nn	455	.7494505	.4338064	0	1

Tabla 9.18

#### Frecuencia variables modelo Doble Bounded

YY	Frec.	Porcent	Acum.
0	394	86.59	86.59
1	61	13.41	100.00
Total	455	100.00	

YN	Frec.	Porcent	Acum.
0	431	94.73	94.73
1	24	5.27	100.00
Total	455	100.00	

NY	Frec.	Porcent	Acum.
0	426	93.63	93.63
1	29	6.37	100.00
Total	455	100.00	

NN	Frec.	Porcent	Acum.
0	114	25.05	25.05
1	341	74.95	100.00
Total	455	100.00	

Después de realizar numerosas pruebas, el modelo que resultó con mejor significancia es el siguiente:

**Tabla 9.19**  
**Modelo econométrico Doble Bounded**

Log likelihood = -351.98638				Número de obs	=	455	
				Wald chi2(5)	=	25.98	
				Prob > chi2	=	0.0001	
	Coef.	Desv.Est.	z	P> z	[Interv. conf. 95%]		Significado
eq1							
renta	.0000135	4.64e-06	2.91	0.004	4.43e-06	.0000226	renta dueño
riegm	-9.226731	3.785073	-2.44	0.015	-16.64534	-1.808125	riego - efic.
perdi	7.69e-07	2.84e-07	2.71	0.007	2.12e-07	1.33e-06	pérdida
scult	9.284114	3.729837	2.49	0.013	1.973767	16.59446	sacrificio cul
costa	-1.59e-06	6.51e-07	-2.45	0.014	-2.87e-06	-3.18e-07	costo accione
_cons	3.423506	3.749666	0.91	0.361	-3.925704	10.77272	constante
sigma							
_cons	24.16912	2.329568	10.37	0.000	19.60325	28.73499	

**Todas las variables son significativas al 95%**

**Análisis de los signos de las variables significativas:**

- renta: el signo positivo es consistente porque a mayor renta, el encuestado está dispuesto a pagar más, ya que tiene más recursos disponibles.
- riegm: si el agricultor posee un sistema de riego menos eficiente no está dispuesto a pagar más por agua y esto se explica porque no ha invertido en un sistema de riego y tampoco va a estar dispuesto a invertir en el recurso
- perdi: el signo positivo viene dado porque el agricultor a medida que más pierde por falta de agua, está dispuesto a pagar más por agua, ya que ha sufrido las consecuencias de la falta de ella
- scult: si el agricultor ha sacrificado cultivos por falta de agua está dispuesto a pagar más por agua, ya que esta consecuencia es muy severa y ha dañado severamente su presupuesto actual y futuro, por lo tanto el agricultor quiere contar con el recurso básico que mantiene su cosecha

- costa: el signo negativo se explica porque el agricultor ha realizado acciones para mitigar el daño por falta de agua, por lo tanto está menos dispuesto a pagar por agua con un cierto nivel de seguridad, porque ya está protegido

### **Disposición a pagar:**

Es preciso calcular las probabilidades para los cuatro casos que representan las variables dependientes, a continuación se presentan los parámetros principales de sus respectivas distribuciones:

**Tabla 9.20**  
**Distribución de probabilidades Modelo Doble Bounded**

Variable	Obs	Promedio	Desv.Est.	Min	Max
-----+-----					
pr_y_y	455	.0279011	.1366153	0	1

Variable	Obs	Promedio	Desv.Est.	Min	Max
-----+-----					
pr_y_n	455	.0093517	.0554059	0	.6992568

Variable	Obs	Promedio	Desv.Est.	Min	Max
-----+-----					
pr_n_y	455	.0118108	.056339	0	.6187339

Variable	Obs	Promedio	Desv.Est.	Min	Max
-----+-----					
pr_n_n	455	.9509364	.1848814	2.81e-26	1

Con el cálculo de las probabilidades para los 4 casos de las variables dependientes, se puede aplicar la función de máxima verosimilitud para calcular la disposición a pagar en el modelo econométrico de Double Bounded, denominada dapdb. La fórmula de cálculo de dapdb es:

$$\text{dapdb} = \text{pr\_y\_y} * \text{vdap2} + \text{pr\_y\_n} * \text{vdap1} + \text{pr\_n\_y} * \text{vdap3} + \text{pr\_n\_n} * \text{vdap3}$$

Aplicando la fórmula de cálculo, se obtiene el valor de la disposición a pagar Double Bounded, dapdb:

Variable	Obs	Promedio	Des.Est.	Min	Max
dapdb	455	20.71542	11.59718	.1807953	53.33

La DAP obtenida con este modelo es de 20,7 \$/m3.

Para obtener este valor el modelo asume que la disposición a pagar del grupo que contestó NO- NO es el segundo valor propuesto (VDAP3), aún cuando este grupo haya declarado que no está dispuesto a pagar dicho valor. Esto, en teoría se equilibra porque con el grupo que contestó SI-SI ocurre lo mismo, pero en sentido inverso, es decir se le asigna el segundo valor propuesto (VDAP 2), aún cuando podría estar dispuesto a pagar un valor mayor. Por tanto puede suponerse que si el tamaño de los dos grupos es similar no se generan desviaciones importantes. El problema ocurre en este caso por que el grupo que contestó NO-NO es mucho mayor que el que contestó SI-SI (75,0% vs. 13,4%), por tanto se hace necesario realizar una estimación más precisa de la disposición a pagar del grupo NO-NO.

Esta estimación se ha realizado corrigiendo la disposición a pagar del grupo NO-NO, de modo tal que sea un cierto porcentaje de el valor de VDAP3. Los resultados así obtenidos se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 9.21

Estimación DAP modelo Doble Bounded para distintas aproximaciones del Grupo NO-NO

<b>DAP grupo NO-NO</b> <b>(% de VDAP3)</b>	<b>DAPDB</b>			
	<b>Promedio</b>	<b>Desviación Est.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
80%	16,70002	9,341375	0,1451308	42,664
70%	14,69233	8,243219	0,1272986	41,29448
60%	12,68463	7,177095	0,1094663	41,26684
57%	12,08232	6,865748	0,1041166	41,25855
50%	10,67694	6,15966	0,0916341	41,2392
0%	0,6384556	3,626985	0	41,10101

Podemos ver que según sea la corrección aplicada, se obtienen valores para la DAP que van entre 10,67 \$/m<sup>3</sup> y 16,70 \$/m<sup>3</sup>.

En particular puede aproximarse la DAP del grupo NO- NO al valor de mercado obtenido con el método de las transacciones, es decir 12,84 \$/m<sup>3</sup>, que es equivalente a ajustar la DAP NO-NO al 57% de VDAP3<sup>25</sup>, con lo que la DAP total se estima en 12,08 \$/m<sup>3</sup>.

#### **9.6.7 Conclusiones Modelo de Valoración Contingente**

Después de analizar los resultados, es posible decir que el método de valoración contingente es una herramienta efectiva para el presente caso. Se logró el objetivo de obtener un valor de disposición a pagar por un bien sin mercado, el cual fue extraído directamente de las personas y, utilizando la modalidad double bounded, se estimó un monto que está dentro de un rango adecuado, según la información obtenida en la etapa de pre-encuesta. Todo lo anterior deja en evidencia que el MVC es aplicable y efectivo, siempre que se tengan los resguardos necesarios como son la realización de focus group, el diseño de la encuesta considerando los sesgos, la determinación del tamaño muestral adecuado y otros.

Este modelo nos ha arrojado valores consistentes y significativos, ya que al comparar la desviación estandar del modelo Single Bounded con la del modelo Double Bounded se demuestra que éste último tiene menor coeficiente de variación.

Por otro lado, podemos analizar por qué el 75% del universo contestó NO-NO al planteamiento de valores para regar una hectárea, esto se puede deber a:

1. El diferencial hacia abajo de VDAP2 no fue significativo, se podría plantear para trabajos futuros, el entregar un segundo valor con más de un 20% de reducción y ver

---

<sup>25</sup> El promedio de VDAP3 consultada, para el grupo que contesto NO NO, fue de 22,52 \$/m<sup>3</sup>.

si efectivamente los agricultores responden positivamente a este segundo valor, significativamente menor al primero.

2. También se puede deber a que los valores se expresaron como un pago anual, y el común del consumidor calcula sus ingresos y gastos mensuales, entonces al plantear un pago anual éste representa para el agricultor una cifra con un orden de magnitud mayor al presupuesto mensual. Pero este punto tiene una doble lectura, debido a la estacionalidad de la necesidad de agua, es decir, en invierno cuando hay exceso de agua la tendencia es que no estén dispuestos a pagar, no así en verano, cuando hay escasez, por lo tanto al plantear un pago mensual por agua de riego hay que dejar en claro que es una cantidad fija, independiente del mes del año en que se esté utilizando.
3. Finalmente, estas respuestas se pueden deber simplemente al hecho de no expresar una cantidad a pagar por agua de riego, con el objeto de conseguir que este recurso sea entregado en forma gratuita a los agricultores y con cargo al estado de Chile o algún ente distinto de los propios agricultores.

Para una mejor aplicación del método hay que destacar la relevancia de la preencuesta, que permita determinar los rangos de la DAP, de modo que los grupos SI-SI y NO-NO resulten relativamente equilibrados. Además sería importante incluir una pregunta abierta para los encuestados que respondan No-No, ¿cuánto estaría dispuesto a pagar por agua de riego?, de modo de poder determinar la DAP de ese grupo.



## **X.- Aplicación de la Metodología de Precios Hedónicos**

### **10.1 Planteamiento del Modelo de Precios Hedónicos**

Con el objetivo de identificar y cuantificar aquellas variables que influyen en el valor de la tierra agrícola y para poder modelar el problema se plantearon las siguientes hipótesis de trabajo:

- Se consideró que los agricultores de la zona en estudio son ***racionales al tomar sus decisiones***, es decir, cuando deciden comprar un predio y el valor que van a pagar por él, su objetivo es el de maximizar sus ganancias o ingresos netos. Bajo esta hipótesis el modelo de Palmquist es aplicable, modelo teórico descrito en el punto VI.- “Diseño metodológico para la estimación del valor del agua de riego utilizando el método de Precios Hedónicos”. Y ampliando el concepto se puede decir que los productores priorizan sobre la base de sus limitaciones y que la condición del suelo como insumo para la producción, y por ende para la obtención de ganancias, es una de esas limitantes productivas.
- Otra de las hipótesis planteada se refiere a la posibilidad de aproximarse al conocimiento del modelo de decisión de los agricultores a través de la ***identificación, cuantificación e interpretación del comportamiento de las variables que influyen en el valor*** de la tierra agrícola.
- Se plantea la hipótesis que la metodología de precios hedónicos es una herramienta que permite ***caracterizar las variables***, y que existe información a priori sobre las formas funcionales que mejor podrían ajustar el planteo del problema, pero al mismo tiempo que no es suficientemente confiable para afirmar sobre el uso de alguna de ellas. Esto plantea la necesidad de considerar un estudio de distintas formas funcionales para evaluar la de mejor ajuste al problema estudiado.

## **10.2 Focus Group**

Los objetivos comunes a ambos métodos fueron expuestos en el punto 9.2., a continuación se presentan los objetivos específicos que se persiguen para el método de Precios Hedónicos.

- Indagar las razones por las que eligen un sitio y las que definen el valor del mismo. Tras las respuestas espontáneas, se planteó las siguientes alternativas y se consulta a los agricultores si le otorgan o no importancia a estas características:
  - Condiciones de acceso
  - Relieve, si está ubicado en: cerro, cerro cercano a río, o fondo
  - Superficie
  - Plantaciones: Frutales, Cultivos anuales, Hortalizas, Praderas, Invernadero
  - Degradación del terreno
  - Pendiente
  - Distancia a una ciudad
  - Profundidad del suelo
  - Años de agricultura previa
  - Distancia al centro de operación del agricultor
  - Rendimiento estimado de los cultivos
  - Sistema de riego instalado en el predio
  - Cantidad y seguridad que otorga dicho sistema de riego
  - Derechos de agua superficiales y subterráneos
  - Instalaciones o construcciones en el terreno: galpones, silos, casa, corrales, pozos, etc.
  - Considerar que los dueños deben responder a las preguntas remontándose al momento en que adquirieron el predio
- Sondear si los agricultores poseen más de un predio

### **10.2.1. Conclusiones Focus Group**

Las conclusiones generales de los Focus Group se expusieron ampliamente en el capítulo anterior, sección 9.2.5., pero lo relativo al modelo de Precios Hedónicos, es lo siguiente:

- Los agricultores plantearon que no existen muchas transacciones en la zona, la mayoría no vende, sólo se transan terrenos que no tienen óptimas condiciones para la agricultura (cerro sin agua).
- El elemento principal de los terrenos en las cuencas de La Ligua y Petorca es el clima y en segundo lugar influye la disponibilidad de agua.
- En cuanto a las condiciones de acceso, calidad del suelo, construcciones, relieve y similares, no son de vital importancia porque se toman las medidas necesarias para modificarlas y dejar al terreno apto para la agricultura.
- Sólo algunos agricultores manifestaron que las plantaciones aumentan el valor de un terreno.
- En conclusión, muy pocos habían tenido experiencia de compra de terreno, por lo tanto las variables mencionadas son sólo hipotéticas y no reflejan lo que sucede en el mercado de transacciones de tierra de la zona.

### **10.3 Pre-encuesta**

Con el objetivo de recopilar observaciones que permitieran realizar ajustes al diseño de la encuesta y determinar el tamaño muestral se procedió a diseñar una pre-encuesta, la que recoge las conclusiones de los focus group, observaciones realizadas por personal de INDAP y testeo de una primera versión de pre-encuesta entre agricultores asistentes a los focus group.

Los cambios que se destacan son:

- Incorporar unidad al consultar por la superficie, ya que no todos los entrevistados se manejan en hectáreas.

- Se redefinieron las categorías para describir el acceso al predio, para evitar que sean en extremo subjetivas.
- Se incorporaron categorías al ítem de construcciones, tales como pozos, y nada.
- Al describir las plantaciones que componen el suelo del predio, se consultaba en forma paralela tanto para un año normal como para un año seco, pero los entrevistados nos contestaron que no varían las plantaciones, sino que se ve afectado el rendimiento de las mismas, por tanto se optó por consultar sólo para un año normal y en la sección relacionada con el agua, se consulta por los problemas en años secos.
- Las categorías de la profundidad del suelo cambiaron, y se adaptaron a las medias de la zona.
- Se eliminó la pregunta que tenía relación con la distancia al centro de operaciones del agricultor, y se incorporó el concepto en las preguntas relacionadas con el sistema de packing y plantas de frío y la distancia desde el predio a dichas instalaciones.

Con todo lo anterior, se presentó una versión al personal del MOP – DOH, a cargo del presente proyecto, con quienes de común acuerdo, se realizaron las últimas modificaciones a la pre-encuesta, previamente a su aplicación.

### **10.3.1. Aplicación**

La pre-encuesta se aplicó a una muestra de 20 agricultores de la zona de las cuencas de los ríos La Ligua y Petorca, 10 en cada cuenca distribuidos uniformemente en los distintos sectores de riego, descritos en el punto 7.3.1.

Se adoptó el criterio de no aplicar la pre-encuesta a aquellos agricultores que habían adquirido más de un predio (en los últimos 2 años).

A continuación se presenta el cuadro resumen por sectores, del número de agricultores a los cuales se les debe aplicar la pre-encuesta de Precios Hedónicos (PH), en las distintas cuencas:

Tabla 10.1  
Cantidad de pre-encuestas por sector y superficie del predio (há)

Sector La Ligua	Clasificación por superficie	Nº a pre-encuestar
L1	2 (>1,01 y <= 5)	1
L2	1 (<= 1) ó 2 (>1,01 y <= 5)	1
L3	6 (>200,1)	1
L4	3 (>5,01 y <=20) ó 6 (>200,1)	1
L5	5 (>50,1 y <=200)	1
L6	1 (<= 1)	1
L7		
L8	1 (<= 1) ó 3 (>5,01 y <=20)	1
L9		
L10	1 (<= 1)	1
L11		
L12	1 (<= 1) ó 2 (>1,01 y <= 5) ó 4 (>20,1 y <=50)	1
L13	4 (>20,1 y <=50)	1
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>

Sector Petorca	Clasificación por superficie	Nº a pre-encuestar
P1	2 (>1,01 y <= 5)	1
P2	1 (<= 1) ó 2 (>1,01 y <= 5)	1
P3	2 (>1,01 y <= 5)	1
P4	3 (>5,01 y <=20)	1
P5	1 (<= 1)	1
P6	2 (>1,01 y <= 5) ó 3 (>5,01 y <=20) ó 4 (>20,1 y <=50) ó 5 (>50,1 y <=200)	2
P7	3 (>5,01 y <=20) ó 6 (>200,1)	1
P8	6 (>200,1)	1
P9	1 (<= 1)	1
P10		
P11		
P12		
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>

La pre-encuesta se realizó entre los días 13 y 14 de noviembre 2006. Contando con 4 encuestadores, 2 para cada cuenca y 2 supervisores, 1 para cada cuenca.

### 10.3.2. Diseño Pre-encuesta

El diseño de la pre-encuesta contempla cuatro secciones.

- En la primera sección se consultó a los agricultores sobre las características del predio.
- En la siguiente sección se encuestó en relación al agua de riego, seguridad y cantidad de la misma.
- La tercera sección consulta acerca del proceso productivo, ya que éstas variables nos ayudarán a clasificar al agricultor en relación al uso de la tecnología, si posee economías de escala, tamaño y en definitiva su poder negociador.

- Finalmente, la cuarta sección de la encuesta busca recopilar características personales del dueño del predio como edad, educación, ingreso, lugar de residencia, entre otras.

Es necesario mencionar que la pre-encuesta se compone de una introducción, al principio de ésta y una última sección con datos de clasificación.

### **10.3.3. Resultados Pre-encuesta**

Se encuestaron a 27 agricultores, 9 en La Ligua y 18 en Petorca.

Los principales resultados obtenidos fueron:

#### **Encabezado:**

- El 78% que respondió la encuesta fue el mismo dueño, otro 11% fue el administrador, el restante familiares.

#### **Preguntas relacionadas con el predio:**

- En cuanto a la superficie, el promedio de la muestra es 22,48 hectáreas, con un mínimo de 0,5 ha y un máximo de 360 ha.
- En cuanto al acceso al predio, el 59% respondió que hay camino de tierra, el 33% camino pavimentado y sólo el 7% de ripio. Si contestaban camino de tierra o ripio, se les solicitó la distancia al camino pavimentado más próximo y resultó un promedio de 2,3 Km.
- En cuanto al relieve, el 59% respondió que su predio se encuentra en el valle, el 26% en el cerro y el 15% ubica a su predio tanto en el valle como en el cerro.
- En cuanto a las construcciones existentes al momento de comprar el predio, el 59% respondió que no había nada, el 22% contestó que había una casa, el 19% no respondió y el resto respondió galpones y establos. En cuanto al material de la casa, las respuestas fueron homogéneas entre todos los materiales: cemento, madera y adobe.

- En cuanto a la cercanía del predio a una planta de packing, sólo 1 agricultor respondió en forma positiva, al igual que para la planta de frío o pre-frío.
- Se les consultó si el predio contaba con electricidad al momento de adquirirlo, 2 agricultores respondieron que SI.
- En cuanto a las plantaciones, el 22% de los predios contaba con paltos, otro 22% de los predios contaba con terreno seco, el 11% contaba con paltos y otros frutales, el 11% con otros frutales y el resto lo componen hortalizas al aire libre, limones y almendros. En cuanto a los años de los árboles frutales, el promedio es de 18 años.
- Consultado por la erosión del terreno, el 37% indica que su terreno no estaba erosionado al momento de adquirirlo, seguido por un 33% que responde que el terreno estaba algo erosionado, el 22% indica que estaba muy erosionado, el restante son combinaciones.
- En cuanto a la profundidad del suelo, el 44% respondió que está entre 25 y 50 centímetros, un 15% respondió entre 50 y 75 cms, al igual que entre 0 y 25 cms, seguido por un 11% que respondió que el suelo tenía una profundidad de 75 a 100 cms, el resto son combinaciones.
- Cuando se le consulta a los agricultores por la cantidad de años en que el predio que adquirieron ha sido utilizado para la agricultura, el 59% indica que sólo en los últimos 5 años, seguido de un 19% que indica por más de 50 años, y el resto es entre 5 y 50 o bien no contesta.

#### **Preguntas relacionadas con el agua:**

- En cuanto a la cantidad de agua superficial, en promedio los agricultores cuentan con 6 acciones.
- En cuanto a la cantidad de agua subterránea, en promedio los agricultores cuentan con 2 litros por segundo y 2 acciones.
- Sólo 1 agricultor respondió por el número de pozos y tenía 1.
- Los derechos de agua superficial legalizados o en proceso de legalización, en promedio son 4 acciones.

- Los derechos de agua subterráneas legalizados o en proceso de legalización, en promedio son 2 litros por segundo y 1 acción.
- En cuanto a los sistemas de riego, el 26% utiliza sistema de goteo, al igual que el sistema de tendido, el 7% utilizó el sistema Microjet o Microaspersión y el resto, surcos y aspersión. El 30% no respondió por el sistema de riego con que contaba el predio al momento de adquirirlo.

#### **Preguntas relacionadas con el proceso productivo:**

- Tipo de fertilización que utiliza, el 37% no fertiliza, seguido por un 22% que utiliza fertilizantes químicos, un 19% utiliza tanto fertilizantes químicos como guano y un 15% sólo guano.
- El 41% realiza control de plagas y enfermedades.
- Sólo 3 agricultores indicaron que utilizaban sistema de packing, y en un caso la planta es propia.
- En el caso de planta de frío o pre-frío, sólo 1 agricultor utiliza y es de un tercero.
- Consultado por la comercialización de sus productos, un 44% exporta a través de un tercero, el 15% vende en forma directa a los consumidores finales y el resto vende por mayoristas o exporta en forma directa o en consigna o combinaciones de las anteriores.
- Un 22% menciona que tiene administrador.
- En cuanto a la mano de obra que utiliza, el 48% indica que trabaja junto a su grupo familiar, el 26% sólo el propio agricultor, el 11% que contrata personal en forma permanente, el 7% contrata en forma temporal y un 4% indica que utiliza personal permanente y en forma temporal.

#### **Preguntas relacionadas con el dueño del predio:**

- La edad promedio es 56 años.
- En relación al nivel de educación, el 50% manifiesta tener educación básica, el 19% media al igual que universitaria, el resto no contesta.
- En cuanto al nivel de renta, el 48% responde que tiene una renta entre \$100.001 y \$300.000, seguido por un 15% con renta menor a \$100.000, el 11% posee una



renta mensual entre \$1.000.001 y \$3.000.000, el resto manifiesta las otras categorías, hay que destacar sin embargo que un 93% respondió la pregunta.

- Consultados por el porcentaje que representa la actividad agropecuaria dentro de su ingreso, el 48% manifiesta que es menos del 50%, el 33% que es más o igual al 50%, el resto no contesta.
- En cuanto al porcentaje que representa el predio por el que se le está consultando, versus el total de sus tierras, el promedio es de 86%, con un 56% de los agricultores que indican que el predio corresponde a todas sus tierras.
- Se les preguntó por el lugar de residencia del dueño, el 55% afirmó que el dueño vive en el mismo predio, seguido por un 37% que vive en las cuencas de los ríos La Ligua o Petorca, el resto en Santiago u otro lugar.
- Relación con el dueño anterior del predio, el 52% asegura no tener ninguna relación, 19% sólo comercial, un 15% de amistad, un 11% familiar y el resto sociedad.

#### **Datos encuesta:**

- La distancia promedio a la ciudad de La Ligua es de 16 Km
- La distancia promedio a la ciudad de Petorca es de 32 Km
- En cuanto al grado de confiabilidad, un 67% fueron clasificadas como respuestas Muy Confiables por los encuestadores, seguido por un 7% clasificados como Nada Confiables y el resto Algo Confiables. Un 22% no fueron clasificadas.

A continuación se analizan las preguntas que presentaron problemas en su aplicación y además aquellas que a la luz de los resultados, se traducen en cambios para la encuesta final:

- En la clasificación del terreno según el relieve, en 18 respuestas, es decir en 66% de los casos no se especifican la cantidad de hectáreas, y en las que aparecen la cantidad es igual al total del predio, por lo tanto se elimina el recuadro y se pregunta por el relieve que predomina en el predio sin especificar las hectáreas.

- En cuanto al rendimiento, sólo 2 respondieron, es decir un 7%, por lo tanto se elimina este campo y su correspondiente medida.
- En cuanto al grado de erosión del predio, sólo 2 respondieron la cantidad de hectáreas, es decir un 7%. Para simplificar, se elimina el cuadro y se pregunta por el grado de erosión que predomina en el predio, sin consultar por la cantidad de hectáreas.
- En cuanto a la profundidad del suelo, sólo 1 agricultor respondió especificando las hectáreas. Para simplificar, se elimina el cuadro y se pregunta por la profundidad que predomina en el predio, sin consultar por la cantidad de hectáreas.
- Reformulamos la pregunta relacionada con los derechos de agua legalizados o en proceso de legalización, porque lo que nos interesa son los derechos de agua asociados al predio por el que se le consulta. Por tanto se reformula la pregunta y se consulta si la transacción del predio incluyó derechos de agua, cuántos y en cuánto fueron transados.
- En la pregunta referente a las fuentes de agua, los encuestados manifestaron confusión al tratar de responder por las fuentes de agua de riego diferenciándolas entre bajo canal y sobre canal. Por lo tanto, para simplificar este cuadro se pregunta, en forma separada, por las superficies regadas tanto por aguas superficiales como subterráneas y la cantidad de terreno seco.
- En la pregunta referente a los sistemas de riego, todos contestaron que la conducción es Normal, por lo tanto se asume que la mayoría de los agricultores de ambas cuencas utilizan este tipo de conducción y no la californiana, así que en la encuesta final no se consultará por este tipo de conducción.
- Cuando se le consulta por la comercialización, un 27% no contestó, asumimos que no comercializa, por lo tanto se ingresa como una nueva categoría.

#### **10.3.4. Recopilación de las transacciones de terrenos**

Debido a que en la zona en estudio, la tenencia de la tierra es en su mayoría del propio agricultor, y en forma muy escasa existe el arriendo, o mediaria, se ha basado el modelo

de Precios Hedónicos en el valor de venta de la tierra agrícola. Esto se explica en gran parte por los cultivos que se dan en la región, ya que requieren de varios años de crecimiento, e inversión, la que se recupera en el mediano plazo, y no en el corto plazo (periodicidad anual).

Con el objetivo de obtener los valores de mercado a los que se transa la tierra agrícola en la zona, y potenciales entrevistados para aplicar la encuesta de Precios Hedónicos, es que se realizó un levantamiento de las transacciones inscritas en el Conservador de Bienes Raíces (CBR) tanto de La Ligua como de Petorca.

Los lineamientos para el levantamiento de la información son:

- El período de la investigación comprende, las transacciones inscritas en el 2006, 2005 y último semestre del 2004.
- Las transacciones a considerar son: compra-venta (o compra), adjudicación, cesión, permuta, liquidación, renta vitalicia, aporte y dación en pago.
- Las transacciones que no se consideran son: departamentos y superficies menores a 300 m<sup>2</sup>, ya que no corresponden a tierras agrícolas.

El levantamiento de la información comprende los siguientes campos para cada transacción:

- Llave identificadora de la transacción, formada por: CBR, el año de inscripción y el número de inscripción
- Fojas Inscripción en el CBR
- Número de Inscripción en el CBR
- Fecha de la Inscripción en el CBR
- Tipo de Transacción: Si corresponde a compra-venta (o compra), adjudicación, cesión, permuta, liquidación, renta vitalicia, aporte o dación en pago.
- Rol
- Nombre del adquiriente
- R.U.T. del adquiriente
- Domicilio del adquiriente

- Nombre del vendedor
- R.U.T. del vendedor
- Parentesco: 1=si, 0=no
- Precio de la Transacción
- Moneda de la Transacción: 0=pesos, 1=UF, 2=dólares
- Superficie
- Unidad de la Superficie
- % Transacción (si se transa el 100% de la propiedad, el campo queda en blanco)
- Comuna
- Sector
- Identificación: corresponde a una descripción más detallada de la ubicación del predio

De este trabajo se obtuvo como resultado, 1.062 transacciones en La Ligua y 198 en Petorca. Pero estos registros fueron sometidos a distintos filtros para obtener finalmente transacciones representativas del mercado de tierras agrícolas de la zona. Los criterios de eliminación y la cantidad de registros asociados a dicho criterio, fueron:

- |   |     |
|---|-----|
| • Terreno no agrícola:                              | 583 |
| • El predio no pertenece a las cuencas en estudio:  | 243 |
| • Parentesco:                                       | 142 |
| • En la inscripción no se especificó la superficie: | 68  |
| • En una misma inscripción se transa más de un ROL: | 32  |
| • Errores en el ROL:                                | 7   |
| • En la inscripción no se especificó el precio:     | 4   |

Como resultado se obtuvo un total de 176 registros válidos, 77 en La Ligua y 99 en Petorca.

### **10.3.5. Tamaño muestral**

De acuerdo a lo expuesto en el punto 5.3.2 Descripción de las actividades principales “Determinación del Tamaño Muestral”, para el modelo de precios hedónicos es preciso calcular el tamaño muestral considerando los valores de todas las variables numéricas del modelo.

A continuación se presentan los distintos valores de Media y Desviación Estandar y el número de encuestas requeridas para un error del 10%, 20% y 30%:

Tabla 10.2

#### Determinación del tamaño muestral. Modelo de precios hedónicos

	Cantidad de hectáreas	Acceso	Relieve	Plantaciones	Erosión	Profundidad	Años Agricultura	Sistema de Riego	Control de Plagas	Edad	Educación	Ingreso Agricultura	% Predio
<b>MEDIA:</b>	22,48	2,26	1,56	5,52	2,11	2,11	2,13	5,89	0,44	56,23	1,58	1,41	0,86
<b>DESVIACIÓN:</b>	0,94	1,39	0,24	0,80	0,97	1,73	0,40	0,51	0,22	0,75	3,15	0,44	0,48
<b>Nº de encuestas:</b>													
<b>Con un error del 10%</b>	217.684	1.008	15.803	18.301	1.819	574	10.739	51.905	1.562	2.153.288	96	3.899	1.220
<b>Con un error del 20%</b>	54.421	252	3.951	4.575	455	143	2.685	12.976	390	538.322	24	975	305
<b>Con un erro del 30%</b>	24.187	112	1.756	2.033	202	64	1.193	5.767	174	239.254	11	433	136

Debido a que el universo de transacciones es de 176, presentamos el error en que estamos incurriendo para las diversas variables, destacándose un error mínimo de 7% y un error máximo de 1106%.

Tabla 10.3

#### Estimación del error muestral Modelo de precios hedónicos

	Cantidad de hectáreas	Acceso	Relieve	Plantaciones	Erosión	Profundidad	Años Agricultura	Sistema de Riego	Control de Plagas	Edad	Educación	Ingreso Agricultura	% Predio
<b>MEDIA:</b>	22,48	2,26	1,56	5,52	2,11	2,11	2,13	5,89	0,44	56,23	1,58	1,41	0,86
<b>DESVIACIÓN:</b>	0,94	1,39	0,24	0,80	0,97	1,73	0,40	0,51	0,22	0,75	3,15	0,44	0,48
<b>ERROR:</b>	352%	24%	95%	102%	32%	18%	78%	172%	30%	1106%	7%	47%	26%

#### **10.4. Encuesta**

En el Anexo 5 “Encuestas” se presenta la encuesta final que se tomó a los agricultores de las cuencas de los ríos La Ligua y Petorca para el Modelo de Precios Hedónicos.

##### **10.4.1. Variables**

Tabla 10.4  
Variables Modelo de Precios Hedónicos

##### **Variables relacionadas con el predio**

<b>Nombre / Explicación</b>	<b>Categorías</b>	<b>Abreviación</b>
Superficie total del predio		SUPER
Unidad de la superficie	1: ha 2: m2	USUPR
Condiciones de acceso al predio	1: Camino pavimentado 2: Camino de ripio 3: Camino de tierra	ACCES
Cantidad de kilómetros para llegar a un camino de pavimento	En Km	KCAMI
Relieve	1: Plano o valle 2: Cerro	RELIE
Construcciones	1: Nada 2: Casa 3: Tranques 4: Galpones 5: Bodegas 6: Establos 7: Silos 8: Otra	CONT1 CONT2 CONT3
Cantidad de superficie o volumétrica de las construcciones	En m <sup>2</sup> o m <sup>3</sup>	CCON1 CCON2 CCON3
Material Casa	1: Cemento 2: Madera 3: Adobe 4: Otro material	MCASA

Nombre / Explicación	Categorías	Abreviación
Planta de packing	0: NO 1: SI	EPACK
Cantidad de Kilómetros a la planta de packing cercana	En Km	KPACK
Planta de frío o pre-frío	0: NO 1: SI	EFRIO
Cantidad de Kilómetros a la planta de frío o pre-frío cercana	En Km	KFRIO
Electricidad	0: NO 1: SI	EELEC
Plantaciones	1: Almendro 2: Limón 3: Naranja 4: Palto 5: Otros Frutales 6: Cultivos Anuales 7: Hortalizas Aire Libre 8: Invernadero 9: Riego Praderas 10: Secano	PLAN1 PLAN2 PLAN3
Hectáreas plantaciones	En ha	HPLA1 HPLA2 HPLA3
Edad frutales	En años	EDAD1 EDAD2 EDAD3
Erosión del predio	1: Muy erosionado 2: Algo erosionado 3: No erosionado	EROSI
Profundidad del suelo agrícola	1: Menos de 25 cms 2: 25 - 50 3: 50 - 75 4: 75 - 100 5: Más de 100 cms	PROFU
Años de agricultura previa	1: 0 a 5 años 2: 5 a 10 años 3: 10 a 20 años 4: 20 a 50 años 5: Más de 50 años	AAGRI

**Variables relacionadas con el agua**

<b>Nombre / Explicación</b>	<b>Categorías</b>	<b>Abreviación</b>
La transacción incluyó derechos de agua	0: NO 1: SI	DAGUA
En cuánto fueron transados	\$	PDAGA
Qué cantidad		QDAGA
Unidad de los derechos de agua	1: litros por segundo 2: acciones	UDAGA
Cantidad de Aguas Superficiales		QASPH
Unidad de Aguas Superficiales	1: litros por segundo 2: acciones	UASPH
Cantidad de Aguas Subterráneas		QASBH
Unidad de Aguas Subterráneas	1: litros por segundo 2: acciones	UASBH
Nº de Pozos		NPOZS
Cantidad de hectáreas regadas por aguas superficiales		HASPH
Cantidad de hectáreas regadas por aguas subterráneas		HASBH
Presencia de terreno seco	0: NO 1: SI	SCANH
Cantidad de hectáreas de terreno seco		HSECH
Distancia a la fuente de agua superficial más cercana	En Km	DFASH
Sistema de Riego	1: Tendido 2: Surcos 3: Surcos en contorno 4: Bordes en contorno 5: Bordes rectos 6: Pretilos 7: Tazas 8: Aspersión 9: Microjet o Microaspersión 10: Goteo	RIEH1 RIEH2 RIEH3
Años que lleva utilizando el sistema de riego		ARIH1 ARIH2 ARIH3



**Variables relacionadas con el proceso productivo**

Nombre / Explicación	Categorías	Abreviación
Fertilización	1: Fertilizantes Químicos 2: Guano 3: No Fertiliza	FERTI
Control de Plagas y enfermedades	0: NO 1: SI	ENFER
Packing	0: NO 1: SI	PACKI
Propiedad del parking	1: Propio 2: Tercero	PPACK
Distancia de la planta de packing al predio	En Km	DPACK
Planta de frío o pre-frío	0: NO 1: SI	FRIOP
Propiedad de la planta de frío o pre-frío	1: Propio 2: Tercero	PFRIO
Distancia de la planta de frío o pre-frío al predio	En Km	DFRIO
Comercialización	1: No comercializa 2: En forma directa a cons. finales 3: Vende directamente a distribuidores mayoristas 4: Exporta directamente 5: Exporta a través de un tercero 6: Consignación 7: Otra forma	COMER
Financiamiento	1: No utiliza 2: INDAP 3: CORFO 4: Banco del Estado 5: Otros bancos e inst. financieras 6: Otro	FINAN
Administrador	0: NO 1: SI	ADMIN
Mano de obra	1: Solo 2: Familiar 3: Temporal 4: Permanente	MANOO

**Variables relacionadas con el dueño del predio**

Nombre / Explicación	Categorías	Abreviación
Edad del dueño		EDADD
Nivel de educación	1: Básica 2: Media 3: Universitaria	EDUCA
Nivel de renta del agricultor (mensual)	1: Menor a \$100.000 2: Entre \$100.001 y \$300.000 3: Entre \$300.001 y \$500.000 4: Entre \$500.001 y \$1.000.000 5: Entre \$1.000.001 y \$3.000.000	RENTA

	6: Sobre \$3.000.001	
Representatividad de los ingresos	1: Menos del 50% 2: Igual o más del 50%	AGROP
Representatividad del predio	En %	PORCE
Lugar de residencia del dueño del predio	1: En el mismo predio 2: Vive en la zona 3: Santiago 4: En otro sitio	LUGAR
Relación con el dueño anterior del predio: Una relación de mayor cercanía o familiar, puede incidir en un precio menor del predio.	1: Ninguna 2: Comercial 3: Amigo 4: Familiar 5: Socio	VENDE

### **Variables relacionadas con la clasificación de la encuesta**

<b>Nombre / Explicación</b>	<b>Categorías</b>	<b>Abreviación</b>
Cuenca	1: Cuenca Río La Ligua 2: Cuenca Río Petorca	CUENC
Sector	L1 a L13: Cuenca Río La Ligua P1 a P12: Cuenca Río Petorca	SECTR
Distancia del predio a la ciudad de La Ligua	En Kilómetros	DLIGA
Distancia del predio a la ciudad de Petorca:	En Kilómetros	DPETC
Clasificar el grado de confiabilidad de las respuestas del encuestado	1: Muy Confiables 2: Algo Confiables 3: Poco Confiables 4: Nada Confiables	CONFI

### **Variables relacionadas con el CBR**

<b>Nombre / Explicación</b>	<b>Categorías</b>	<b>Abreviación</b>
Precio de la transacción	\$	PRECA

## **10.4.2. Universo**

El universo a encuestar es de 176, pero se pre-encuestaron a 25 agricultores, así que el N° de encuestas pendientes asciende a un total de 146 agricultores: 67 en la cuenca del río La Ligua y 79 en la del río Petorca.

La distribución de las transacciones por tamaño de predio y sector de riego por cuenca, se presenta a continuación:

Tabla 10.5  
Cantidad de encuestas por sector y superficie del predio, modelo de PH

Sector La Ligua	Clasificación por superficie	Nº a encuestar:
L1	2 (>1,01 y <= 5)	6
	3 (>5,01 y <=20)	1
	6 (>200,1)	1
L2	1 (<= 1)	1
	2 (>1,01 y <= 5)	1
L3	1 (<= 1)	4
	2 (>1,01 y <= 5)	2
	3 (>5,01 y <=20)	3
	6 (>200,1)	15
L4	1 (<= 1)	3
	2 (>1,01 y <= 5)	1
	3 (>5,01 y <=20)	1
	6 (>200,1)	2
L5	1 (<= 1)	2
	2 (>1,01 y <= 5)	7
	5 (>50,1 y <=200)	2
L6	1 (<= 1)	1
L7	3 (>5,01 y <=20)	1
L8	3 (>5,01 y <=20)	1
L10	1 (<= 1)	1
	2 (>1,01 y <= 5)	1
L12	1 (<= 1)	1
	2 (>1,01 y <= 5)	1
	4 (>20,1 y <=50)	1
	6 (>200,1)	1
L13	1 (<= 1)	1
	2 (>1,01 y <= 5)	2
	3 (>5,01 y <=20)	1
	4 (>20,1 y <=50)	2
TOTAL		67

Sector Petorca	Clasificación por superficie	Nº a encuestar
P1	2 (>1,01 y <= 5)	1
P2	1 (<= 1)	1
	2 (>1,01 y <= 5)	1
P3	1 (<= 1)	11
	2 (>1,01 y <= 5)	8
	3 (>5,01 y <=20)	4
	4 (>20,1 y <=50)	1
	5 (>50,1 y <=200)	2
P4	1 (<= 1)	3
	2 (>1,01 y <= 5)	1
P5	2 (>1,01 y <= 5)	1
	3 (>5,01 y <=20)	1
	4 (>20,1 y <=50)	1
	5 (>50,1 y <=200)	1
P6	1 (<= 1)	1
	2 (>1,01 y <= 5)	3
	3 (>5,01 y <=20)	3
	4 (>20,1 y <=50)	1
	6 (>200,1)	4
P7	1 (<= 1)	3
	2 (>1,01 y <= 5)	9
	3 (>5,01 y <=20)	3
	4 (>20,1 y <=50)	2
	5 (>50,1 y <=200)	2
	6 (>200,1)	9
P8	1 (<= 1)	1
	5 (>50,1 y <=200)	1
TOTAL		79

Por su tamaño, el detalle de la “BASE DE DATOS TRANSACCIONES DE TIERRAS” no se ha incorporado en este informe, pero está disponible en medios magnéticos.

A un conjunto reducido del universo de transacciones de Precios Hedónicos se le aplicará una encuesta conjunta con preguntas de ambos modelos, para evitar el sesgo de no incorporar en el universo de Valoración Contingente a predios que han sido adquiridos en el último tiempo.

Por otro lado se plantea encuestar mediante una simplificación de la encuesta de Precios Hedónicos a aquellos agricultores que han adquirido más de un predio. La simplificación consiste en aplicar una encuesta de Precios Hedónicos completa y posteriormente se replican las preguntas para cada predio que haya adquirido, en particular las consultas relacionadas con el predio, con el agua, sólo 4 preguntas del proceso productivo y sólo 3 consultas relacionadas con el dueño del predio.

#### **10.5. Aplicación de la encuesta de Precios Hedónicos**

Las encuestas de precios hedónicos se aplican los mismos días y bajo las mismas condiciones que las descritas en el modelo de valoración contingente (9.4.1.).

Pero hubo grandes dificultades en el trabajo de terreno, y por lo tanto del universo planteado en el punto 10.4.1., sólo se pudo encuestar a 43 agricultores.

Las razones se detallan:

- 40 casos (30%) en que se trataba de empresas (la parte compradora), fue imposible entrevistar ni a dueños ni a ejecutivos de la empresa (y los empleados no contestaban)
- 37 casos (28%) en que la dirección era correcta, existía el terreno, pero no había nadie
- 20 direcciones erróneas (15%): calles que no existían y/o sectores que no coincidían
- 16 casos (12%) en que no había realmente transacción. En estos casos habían: herencias, traspasos (ventas ficticias), aparente simulación de compra-venta (no relacionada ni con herencia ni con traspasos). Se incluyó en esta categoría algunos casos en que había fallecido el comprador
- 11 casos (8%) en que no se pudo encontrar la dirección (no consta que no existiera pero no se pudo localizar dentro de los plazos de desarrollo de la encuesta)
- 9 casos (7%) de personas naturales que no quisieron contestar

## **10.6. Resultados Encuesta de Precios Hedónicos**

Se encuestaron a 23 agricultores, 4 en La Ligua y 19 en Petorca. De las 23 encuestas, se eliminan 2 porque la fecha de la transacción fue en 1.981 y 1.982, aunque se inscribieron en el CBR el año 2.006 y 2.004, respectivamente. Esta condición las excluye del período de análisis porque al actualizar el precio de la transacción se incurre en un mayor error por tratarse de transacciones tan antiguas.

A estas 23 encuestas resultantes, se adicionan 18 de las pre-encuestas. Analizaremos a continuación los resultados de las 41 encuestas.

### **10.6.1 Análisis Descriptivo**

Lo primero es entregar una descripción detallada en cuanto a como fueron contestadas las distintas variables: respuestas que corresponden al formato, categorías, unidades y similares, catalogadas como válidas, respuestas que no cumplen con los formatos, unidades, etc. y que no se pueden utilizar, son consideradas inválidas y finalmente el número de encuestas que no contestaron dicha variable.

Tabla 10.6 Frecuencia de respuestas válidas. Modelo de Precios hedónicos

Item	Pregunta	Categorías	Variables	Validas	Inválidas	No contestaron
1. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL PREDIO, al momento de su adquisición:	1.1. ¿Cuál era la superficie total del predio?	Cantidad:	SUPER	41	0	0
		Unidad de la superficie: 1: ha 2: m2	USUPR	40	1	0
	1.2. Indique las condiciones de acceso al predio:	1: Camino pavimentado 2: Camino de ripio 3: Camino de tierra	ACCES	41	0	0
		¿a cuántos kilómetros se encuentra el camino pavimentado más cercano?	KCAMI	21	0	20
	1.3. Clasificación del terreno de su predio en relación al relieve:	1: Plano o valle 2: Cerro	RELIE	36	5	0
		1: Nada 2: Casa 3: Tranques 4: Galpones 5: Bodegas 6: Establos 7: Silos 8: Otra	CONT1	29	1	11
	1.4 ¿Qué construcciones existían al momento de adquirir el predio?	Cantidad:	CCON1	11	1	29
		1: Nada 2: Casa 3: Tranques 4: Galpones 5: Bodegas 6: Establos 7: Silos 8: Otra	CONT2	3	0	38
		Cantidad:	CCON2	3	0	38
		1: Nada 2: Casa 3: Tranques 4: Galpones 5: Bodegas 6: Establos 7: Silos 8: Otra	CONT3	1	0	40
		Cantidad:	CCON3	0	1	40
		En el caso de existir casa, indicar el material del que está construida: 1: Cemento 2: Madera 3: Adobe 4: Otro material	MCASA	13	3	25
	1.5. ¿Existía una planta de packing o embalaje cercana al predio?	0: NO 1: SI	EPACK	40	0	1
		¿a cuántos kilómetros?	KPACK	1	1	39
	1.6. ¿Existía una planta de frío o pre-frío cercana al predio?	0: NO 1: SI	EFRIO	40	0	1
		¿a cuántos kilómetros?	KFRIO	0	1	40
	1.7. ¿El predio contaba con electricidad al momento de adquirirlo?	0: NO 1: SI	EELEC	41	0	0
		1: Almendro 2: Limón 3: Naranja 4: Palto 5: Otros Frutales 6: Cultivos Anuales 7: Hortalizas Aire Libre 8: Invernadero 9: Riego Praderas 10: Secano	PLAN1	34	4	3
	1.8. Indicar las principales plantaciones que componían el suelo del predio en hectáreas, y la edad de los frutales:	Hectáreas	HPLA1	11	9	21
		Edad	EDAD1	15	1	25
		1: Almendro 2: Limón 3: Naranja 4: Palto 5: Otros Frutales 6: Cultivos Anuales 7: Hortalizas Aire Libre 8: Invernadero 9: Riego Praderas 10: Secano	PLAN2	6	0	35
		Hectáreas	HPLA2	3	2	36
		Edad	EDAD2	2	0	39
		1: Almendro 2: Limón 3: Naranja 4: Palto 5: Otros Frutales 6: Cultivos Anuales 7: Hortalizas Aire Libre 8: Invernadero 9: Riego Praderas 10: Secano	PLAN3	0	0	41
		Hectáreas	HPLA3	0	0	41
		Edad	EDAD3	0	0	41

Item	Pregunta	Categorías	Variables	Válidas	Inválidas	No contestaron
1. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL PREDIO, al momento de su adquisición:	1.9. Indicar la erosión del predio al momento de adquirirlo:	1: Muy erosionado 2: Algo erosionado 3: No erosionado	EROSI	40	1	0
	1.10. Indicar la profundidad del suelo, es decir la profundidad de la tierra que se utiliza para cultivar:	1: Menos de 25 centímetros 2: 25 - 50 3: 50 - 75 4: 75 - 100 5: Más de 100 centímetros	PROFU	38	2	1
	1.11. Cantidad de años previos, a la adquisición del mismo, en que el predio se utiliza para la agricultura:	1: 0 a 5 años 2: 5 a 10 años 3: 10 a 20 años 4: 20 a 50 años 5: Más de 50 años	AAGRI	36	1	4
2. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL AGUA, al momento de la adquisición:	2.1. Cuando compró el predio ¿la transacción incluyó derechos de agua?	0: NO 1: SI	DAGUA	40	0	1
		¿en cuánto fueron transados?	PDAGA	4	2	35
		¿qué cantidad?	QDAGA	8	2	31
		Unidad: 1: litros por segundo 2: acciones	UDAGA	8	0	33
	2.2. En relación a la cantidad de agua, ¿con cuánta agua de riego contaba el predio al momento de adquirirlo?	Cantidad de Aguas Superficiales	QASPH	11	5	25
		Unidad de Aguas Superficiales: 1: litros por segundo 2: acciones	UASPH	11	0	30
		Cantidad de Aguas Subterráneas	QASBH	2	0	39
		Unidad de Aguas Subterráneas: 1: litros por segundo 2: acciones	UASBH	2	0	39
		Nº de Pozos	NPOZH	7	1	33
	2.3. Cuando usted compró el predio, ¿cuántas hectáreas eran regadas por aguas superficiales (ríos esteros, quebradas)?		HASPH	35	0	6
	2.4. Cuando usted compró el predio, ¿cuántas hectáreas son regadas por aguas subterráneas?		HASBH	9	0	32
	2.5. Cuando usted compró el predio, ¿presentaba terreno seco?	0: NO 1: SI	SCANH	27	0	14
		Especificar la cantidad de hectáreas:	HSECH	8	0	33
	2.6. ¿A qué distancia está la fuente de agua superficial más cercana?		DFAGH	23	6	12
	2.7. Especificar el sistema de riego que utilizaba su predio, al momento de adquirirlo, y la cantidad de años que llevaban utilizándolo:	1: Tendido 2: Surcos 3: Surcos en contorno 4: Bordes en contorno 5: Bordes rectos 6: Pretiles 7: Tazas 8: Aspersión 9: Microjet o Microaspersión 10: Goteo	RIEH1	35	1	5
		Años que llevaban utilizándolo:	ARIH1	23	1	17
		1: Tendido 2: Surcos 3: Surcos en contorno 4: Bordes en contorno 5: Bordes rectos 6: Pretiles 7: Tazas 8: Aspersión 9: Microjet o Microaspersión 10: Goteo	RIEH2	4	0	37
		Años que llevaban utilizándolo:	ARIH2	4	0	37
		1: Tendido 2: Surcos 3: Surcos en contorno 4: Bordes en contorno 5: Bordes rectos 6: Pretiles 7: Tazas 8: Aspersión 9: Microjet o Microaspersión 10: Goteo	RIEH3	0	0	41
		Años que llevaban utilizándolo:	ARIH3	0	0	41

Item	Pregunta	Categorías	Variables	Válidas	Inválidas	No contestaron
3. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL PROCESO PRODUCTIVO:	3.1. ¿Qué tipo de fertilización utiliza?:	1: Fertilizantes Químicos 2: Guano 3: No Fertiliza	FERTI	35	6	0
	3.2. ¿Realiza control de plagas y enfermedades?	0: NO 1: SI	ENFER	40	0	1
	3.3. ¿Utiliza packing o sistema para embalar cultivos?	0: NO 1: SI	PACKI	38	0	3
	3.4. ¿Nos podría indicar a quién pertenece el packing que utiliza y a qué distancia se ubica de su predio?	1: Propio 2: Tercero	PPACK	3	0	38
		Distancia: (Kilómetros)	DPACK	1	0	40
	3.5. ¿Utiliza planta de frío o pre-frío?	0: NO 1: SI	FRIOP	38	0	3
	3.6. ¿Nos podría indicar a quién pertenece la planta de frío o pre-frío que utiliza y a qué distancia se ubica de su predio?	1: Propio 2: Tercero	PFRIO	0	1	40
		Distancia: (Kilómetros)	DFRIO	0	0	41
	3.7. ¿Cómo comercializa sus cultivos?	1: No comercializa 2: En forma directa a los consumidores finales 3: Vende directamente a distribuidores mayoristas 4: Exporta directamente 5: Exporta a través de un tercero 6: Consignación 7: Otra forma	COMER	32	5	4
	3.8. Para poder financiar el proceso productivo, ¿utiliza algún tipo de crédito?	1: No utiliza 2: INDAP 3: CORFO 4: Banco del Estado 5: Otros bancos e instituciones financieras 6: Otro	FINAN	29	3	9
4. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL DUEÑO DEL PREDIO:	3.9. ¿Tiene administrador?	0: NO 1: SI	ADMIN	41	0	0
	3.10. ¿Qué tipo de mano de obra utiliza?	1: Solo (el propio agricultor) 2: Familiar 3: Temporal 4: Permanente	MANOO	33	8	0
	4.1. Edad del dueño del predio:	(años)	EDADD	39	0	2
	4.2. Nivel de educación:	1: Básica 2: Media 3: Universitaria	EDUCA	39	0	2
	4.3. Nivel de renta del agricultor (promedio mensual):	1: Menor a \$100.000 2: Entre \$100.001 y \$300.000 3: Entre \$300.001 y \$500.000 4: Entre \$500.001 y \$1.000.000 5: Entre \$1.000.001 y \$3.000.000 6: Sobre \$3.000.001	RENTA	36	0	5
	4.4. ¿Cuánto le reporta la actividad agropecuaria sobre el total de sus ingresos?	1: Menos del 50% 2: Igual o más del 50%	AGROP	33	1	7
	4.5. Porcentaje que representa el predio por el cual se le está consultando, en relación al total de tierras que posee:	(%)	PORCE	35	0	6
	4.6. Lugar de residencia del dueño del predio:	1: En el mismo predio 2: Vive en la zona (cuencia río La Ligua y Petorca) 3: Santiago 4: En otro sitio	LUGAR	41	0	0
	4.7. Relación con el vendedor (dueño anterior) del predio:	1: Ninguna 2: Comercial 3: Amigo 4: Familiar 5: Socio	VENDE	41	0	0
DATOS ENCUESTA:	Lugar:	1: Cuenca Río La Ligua 2: Cuenca Río Petorca	CUENC	41	0	0
	Sector	L1 a L13: Cuenca Río La Ligua P1 a P12: Cuenca Río Petorca	SECTR	14	25	2
	Distancia del predio a la ciudad de La Ligua:	(Kilómetros)	DLIGA	28	1	12
	Distancia del predio a la ciudad de Petorca:	(Kilómetros)	DPETC	12	3	26
CBR	Precio actualizado	\$	PRECA	41	0	0



### **10.6.2 Tratamiento de los datos**

1. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL PREDIO, al momento de su adquisición:
  - 1.1. Se utilizó la variable USUPR para transformar todas las cantidades en metros cuadrados en hectáreas y entonces queda la variable SUPER como la superficie del predio en hectáreas.
  - 1.2. Se elimina la variable KCAMI por tener una baja tasa de respuestas.
  - 1.3. La variable RELIE se completó con la moda 1: plano o valle.
  - 1.4. De las variables CONT1, CONT2 y CONT3 se construyó la variable CONST sólo con 3 categorías: 1 (nada), 2 (casa) y 3 (tranques). De acuerdo a lo que contestaron los agricultores, los que no contestaron se completó con 1: nada.
  - 1.5. De las variables CCON1, CCON2 y CCON3 se construyó la variable CCONS donde se mantuvieron las cantidades indicadas para las construcciones 2 y 3 y se completó con 0 para la categoría 1. Aquellas encuestas que contestaron la opción 2 en CONST y no entregaron una cantidad, se asume el promedio simple: 94,7 m2.
  - 1.6. Se elimina la variable MCASA por la baja tasa de respuestas.
  - 1.7. Se elimina la variable EPACK porque aunque contestaron prácticamente todos los agricultores, sólo 3 de ellos respondieron SI y al tener la variable 37 “0” es muy probable que sea colineal con otra variable y por lo tanto afecte el modelo econométrico.
  - 1.8. Se elimina la variable KPACK por la baja tasa de respuestas.
  - 1.9. Para la variable EFRIO acontece lo mismo que se explicó para la variable EPACK.
  - 1.10. Se elimina la variable KFRIO por la baja tasa de respuestas.
  - 1.11. Para la variable EELEC acontece lo mismo que se explicó para la variable EPACK, pero para esta variable 10 agricultores respondieron SI.
  - 1.12. De las variables PLAN1, PLAN2 y PLAN3 se construyen las variables dicotómicas PALTO y OTROP, que indican si existían paltos u otras plantaciones (incluyendo secano) respectivamente, al momento de adquirir el predio.
  - 1.13. De la misma manera de las variables HPLA1, HPLA2 y HPLA3 se construyen las variables HPALT y HOTRP que indican las hectáreas con plantaciones de paltos y las hectáreas plantadas con cualquier otro tipo de

plantaciones, incluyendo secano. Se completaron los valores que no contestaron para HOTRP con el promedio simple: 28,78 hectáreas.

- 1.14. Se replica la misma creación para las variables EDADP y EDADO que se construyen a partir de EDAD1, EDAD2 y EDAD3 y representan la edad de los árboles de palto y la edad de otros árboles frutales, respectivamente. Se completan las encuestas que no contestaron con 17,6 y 18 años para EDADP y EDADO.
- 1.15. La variable EROSI se completó con la moda 2: algo erosionado.
- 1.16. La variable PROFU se completó con la moda 2: 25 a 50 centímetros de profundidad del suelo.
- 1.17. La variable AAGRI se completó con la moda 5: más de 50 años previos de agricultura en el predio.
2. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL AGUA, al momento de su adquisición:
  - 2.1. La variable DAGUA se completó con 0 la respuesta faltante, ya que se asume que si no contestó es porque no transó la propiedad con derechos de agua.
  - 2.2. Las variables PDAGA, QDAGA y UDAGA no se consideran por tener una tasa de respuesta muy baja.
  - 2.3. De las variables QASPH y QASBH se convierten todas las cantidades de agua en litros por segundo con las variables UASPH y UASBH y las transformaciones de acción a litros por segundo, presentadas en el Capítulo VIII.
 

1	acción=0.2137	litros por segundo en la cuenca de La Ligua
---	---------------	---

1	acción=0.53326	litros por segundo en la cuenca de Petorca
---	----------------	--

 Estos valores se suman y se crea la variable QAGUA. Esta variable tiene una tasa de respuestas válidas de 13, por lo tanto es preciso completar 28 valores. El método de llenado se basa en calcular la cantidad de agua basándose en las hectáreas regadas y el sistema de riego, tal como se presentó en el punto 9.3.5. Sólo son completadas con 0 aquellas encuestas que contestaron que tenían terreno secano y que no indicaron hectáreas regadas ni por aguas superficiales ni por subterráneas, 6 casos.
  - 2.4. Se elimina la variable NPOZH por la baja tasa de respuestas.
  - 2.5. De las variables HASPH y HASBH se suman y se crea la variable HREGA que es la cantidad de hectáreas regadas. Esta variable tiene una tasa de respuestas válidas

de 34, por lo tanto es preciso completar 7 valores. El método de llenado es incorporar el promedio de las hectáreas regadas en 2 casos y 0 en 5 casos, donde el encuestado afirma que tiene terreno seco.

- 2.6. Se elimina la variable SCANH porque aunque tuvo una buena tasa de respuestas, hartos los agricultores respondieron que no tenían terreno seco, sólo 13 de ellos respondieron SI y al tener la variable 28 “0” es muy probable que sea colineal con otra variable y por lo tanto afecte el modelo econométrico.
- 2.7. Se elimina la variable HSECH porque tiene una baja tasa de respuestas.
- 2.8. Para la variable DFASP, se completaron 2 valores con el promedio simple original=0,457 Kilómetros. Y se cambiaron 17 encuestas que indicaban el valor 0 o las que indicaban colindante por el menor valor=0,004 Kilómetros, para evitar problemas de colinealidad.
- 2.9. De las variables RIEH1, RIEH2 y RIEH3, se construyó una nueva variable: RIEGO, ya que la mayoría de los agricultores sólo contestó un sistema de riego. Para los 7 casos en que contestaron 2 sistemas de riego, se asumió el más eficiente, ya que estos son más valorados. La tasa de respuesta fue de 33 y por lo tanto fue preciso completar 8 encuestas, con la moda 1: Tendido. Por lo otro lado, se crearon nuevas categorías, ya que hubo sistemas de riego que no se mencionaron: 1(Tendido), 2 (Surcos), 3 (Aspersión), 4 (Microjet o Microaspersión) y 5 (Goteo).
- 2.10. Con las variables mencionadas en 2.9. se construyeron además 2 nuevas variables: RIEGM y RIEGE, ya que hubo encuestados que tenían más de un sistema de riego, entonces para rescatar dicha información, se construyeron estas dos nuevas variables dicotómicas, la primera de ellas RIEGM, son los sistemas de riego menos eficientes (30 a 50%: Tendido y Surcos) indicando un 1 si el encuestado afirmó tener alguno de estos sistemas de riego y 0 en caso contrario. La variable RIEGE, son los sistemas de riego más eficientes (65 a 90%: Aspersión, Microjet y Goteo), la variable fue creada de la misma manera que RIEGM.
- 2.11. De las variables ARIH1, ARIH2 y ARIH3, se creó la variable ARIEG. La tasa de respuesta es de 32, por lo tanto fue preciso completar 9 valores. Estos se completaron dependiendo del sistema de riego, para tendido el promedio simple es

48 años y para surcos es 67 años, se completaron 7 con el primer valor y 2 con el último.

### 3. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL PROCESO PRODUCTIVO:

- 3.1. Para la variable FERTI se completaron las encuestas inválidas con la categoría 2: guano, ya que en esos casos los agricultores indicaron dos categorías 1 y 2, y la moda entre ambas es la 2.
- 3.2. Para la variable ENFER, se completó la encuesta con la respuesta 0, ya que se asume que si no contestó es porque no realiza control de plagas y enfermedades.
- 3.3. Se elimina la variable PACKI porque aunque contestaron prácticamente todos los agricultores, sólo 3 de ellos respondieron SI y al tener la variable 37 “0” es muy probable que sea colineal con otra variable y por lo tanto afecte el modelo econométrico.
- 3.4. Se eliminan las variables PPACK y DPACK por la baja tasa de respuestas.
- 3.5. Para la variable FRIOP acontece lo mismo que se explicó para la variable PACKI, y aún más en este caso sólo respondió que SI un agricultor.
- 3.6. Se eliminan las variables PFRIO y DFRIO por la baja tasa de respuestas.
- 3.7. Para la variable COMER se completa con la moda 1: no comercializa, aquellas encuestas que no respondieron. Para las respuestas inválidas, se catalogaron de dicha manera porque mencionan más de una categoría, y en esos casos se dejó la moda entre las categorías que menciona.
- 3.8. Para la variable FINAN se completa con la moda 1: no utiliza, aquellas encuestas que no respondieron. Para las respuestas inválidas, se catalogaron de dicha manera porque mencionan más de una categoría, y en esos casos se dejó la moda entre las categorías que menciona.
- 3.9. Se elimina la variable ADMIN porque aunque contestaron todos los agricultores, sólo 9 de ellos respondieron SI y al tener la variable 32 “0” es muy probable que sea colineal con otra variable y por lo tanto afecte el modelo econométrico.
- 3.10. Para la variable MANOO se completan las respuestas inválidas. Estas se catalogaron de dicha manera porque mencionan más de una categoría, y en esos casos se dejó la moda entre las categorías que menciona.

### 4. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL DUEÑO DEL PREDIO:

- 4.1. La variable EDADD, tiene una tasa de respuesta de 39, entonces es preciso completar 2 encuestas. Se completan con el promedio simple original=59 años.
- 4.2. La variable EDUCA, tiene una tasa de respuesta de 39, entonces es preciso completar 2 encuestas. Se completan con la moda, el nivel de educación básica=1.
- 4.3. La variable RENTA, tiene una tasa de respuesta de 36, entonces es preciso completar 5 encuestas. Se completan con la moda 2: entre \$100.001 y \$300.000.-
- 4.4. La variable AGROP, tiene una tasa de respuesta de 33, entonces es preciso completar 8 encuestas. Se completaron con la moda 2: igual o más del 50%.
- 4.5. La variable PORCE tiene una tasa de respuesta de 35, entonces es preciso completar 6 encuestas. Se completaron con el promedio simple original=93,64%
5. DATOS ENCUESTA:
  - 5.1. La variable SECTR tiene una tasa de respuesta de 14, el resto de las encuestas se completaron con el sector que completó la gente de INDAP cuando se hizo la depuración de la base de datos del CBR. Además se crearon nuevas categorías: 1 a 13 para la cuenca Río La Ligua y del 14 a 25 para la cuenca Río Petorca.
  - 5.2. De las variables DLIGA y DPETC se creó la variable DISTA, que refleja la distancia a la ciudad más cercana. La tasa de respuesta es de 30, entonces es preciso completar 11 encuestas. Se completan 2 encuestas con la distancia promedio a la ciudad de La Ligua: 29,56 Kilómetros, si el predio se encuentra en la cuenca de La Ligua y se completaron 9 encuestas con la distancia promedio a la ciudad de Petorca: 10,45 Kilómetros, si el predio se encuentra en la cuenca de Petorca.
6. CBR:
  - 6.1. Todos los valores de las transacciones se actualizaron según el IPC a precios de diciembre 2006.

### **10.6.3 Análisis cualitativo**

1. Encabezado:
  - 1.1. El 56% que respondió la encuesta fue el mismo dueño, el 12% el cónyuge, el 7% el hijo(a), el 5% el administrador y el resto trabajador, cuidador y asesora.

2. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL PREDIO, al momento de su adquisición:
  - 2.1. Otro material de construcción de la casa, distinto a cemento, madera y adobe: 2 encuestas contestaron, 1 metal y otra estuco.
3. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL AGUA:
  - 3.1. Fuente de agua superficial más cercana: Contestaron la pregunta 40 encuestas, destacándose, canal mencionada 13 veces, río 10, Río Petorca 5, estero 4, acequia 3, tranque 2 y quebrada 2.
4. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL PROCESO PRODUCTIVO:
  - 4.1. Cuando se le consulta por el método de comercialización de sus cultivos, sólo 1 agricultor contestó una alternativa diferente a las planteadas: vende a otros vendedores.
  - 4.2. Cuando se le consulta por el método de financiamiento, sólo 1 agricultor contestó una alternativa diferente a las planteadas: Banco Chile.
5. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL DUEÑO DEL PREDIO:
  - 5.1. Nivel de educación universitario, indicar título: Contestaron la pregunta 8 encuestas, destacándose profesora mencionado 2 veces.
6. DATOS ENCUESTA:
  - 6.1. Clasificar el grado de confiabilidad de las respuestas del encuestado: Los encuestadores completaron 38 encuestas. Los porcentajes por cada alternativa son muy confiable con un 63% (26 encuestas), 22% algo confiables, 2% poco confiables y 5% nada confiables.

#### **10.6.4. Análisis Estadístico**

A continuación se presenta un análisis estadístico de las variables que finalmente se utilizarán para los modelos econométricos. Este análisis es extraído directamente del programa Stata donde se testearán las distintas regresiones para explicar la variable que indica el precio del predio (PRECA) versus el resto de las variables.

**Tabla 10.7**

**Análisis estadístico de las variables. Modelo de Precios Hedónicos**

Variable	Obs	Promedio	Desv Est.	Min	Max	Significado
super	41	4.094911	7.456599	.18	45	Superficie
acces	41	2.04878	.9987797	1	3	Acceso predio
relie	41	1.121951	.3312946	1	2	Relieve
const	41	1.439024	.5499446	1	3	Construcciones
ccons	41	38.54146	55.03847	0	200	Cantidad const
palto	41	.5365854	.5048545	0	1	Plant de palto
hpalt	41	.8170732	2.117652	0	10	Hectárea palto
edadp	41	9.490244	14.68048	0	54	Edad palto
otrotr	41	.5609756	.5024331	0	1	Otras plantac
hotrp	41	8.326829	12.31816	0	28.78	Hectárea otras
edado	41	10.09756	12.86576	0	60	Edad otros árb
erosi	41	2.243902	.7341828	1	3	Erosión
profu	41	2.658537	1.039465	1	5	Profundidad
aagri	41	3.682927	1.752698	1	5	Años agricult
dagua	41	.6097561	.4938648	0	1	Derechos agua
qagua	41	4.496706	7.263897	0	40.17857	Cantidad agua
hrega	41	2.597161	3.745396	0	20	Hectáreas reg
dfagh	41	.4741892	.7635653	.004	3	Distancia agua
riego	41	1.95122	1.499187	1	5	Sistema riego
riegm	41	.7560976	.4347694	0	1	Riego menos ef
riege	41	.2439024	.4347694	0	1	Riego mas efie
ariieg	41	40.51634	31.47927	.6	100	Años sist rieg
ferti	41	2.146341	.9370426	1	3	Fertilizacion
enfer	41	.4390244	.5024331	0	1	Control enferm
comer	41	2.219512	1.680955	1	7	Comercializac
finan	41	1.536585	1.163992	1	6	Financiamiento
manoo	41	2.073171	.9846381	1	4	Mano de obra
edadd	41	58.97268	12.85725	21	78	Edad dueño
educa	41	1.585366	.8054691	1	3	Educación
renta	41	353658.5	594494.6	100000	3000000	Renta
agrop	41	1.268293	.448575	1	2	Porcentaje ing
porce	41	93.45951	17.492	25	100	Porcentaje pre
lugar	41	1.487805	.9518916	1	4	Vive dueño
vende	41	2.414634	1.341186	1	4	Relacion vende
cuenc	41	1.585366	.498779	1	2	Cuenca
sectr	41	12.5122	6.73098	1	21	Sector
dista	41	18.57	16.70129	.8	80	Distancia ciud
preca	41	3867856	4102887	95121.95	1.78e+07	Precio actual

A continuación se presentan las tablas de frecuencias de las variables dicotómicas y aquellas que presentan categorías:

**Tabla 10.8**

**Frecuencia de las variables testeadas. Modelo de Precios Hedónicos**

ACCES	Frec.	Porcent	Acum.
1	19	46.34	46.34
2	1	2.44	48.78
3	21	51.22	100.00
Total	41	100.00	

RELIE	Frec.	Porcent	Acum.
1	36	87.80	87.80
2	5	12.20	100.00
Total	41	100.00	

CONST	Frec.	Porcent	Acum.
1	24	58.54	58.54
2	16	39.02	97.56
3	1	2.44	100.00
Total	41	100.00	

PALTO	Frec.	Porcent	Acum.
0	19	46.34	46.34
1	22	53.66	100.00
Total	41	100.00	

OTROP	Frec.	Porcent	Acum.
0	18	43.90	43.90
1	23	56.10	100.00
Total	41	100.00	

EROSI	Frec.	Porcent	Acum.
1	7	17.07	17.07
2	17	41.46	58.54
3	17	41.46	100.00
Total	41	100.00	

PROFU	Frec.	Porcent	Acum.
1	3	7.32	7.32
2	20	48.78	56.10
3	8	19.51	75.61
4	8	19.51	95.12
5	2	4.88	100.00
Total	41	100.00	

AAGRI	Frec.	Porcent	Acum.
1	11	26.83	26.83
2	1	2.44	29.27
3	1	2.44	31.71
4	5	12.20	43.90



5	23	56.10	100.00
Total	41	100.00	

DAGUA	Frec.	Porcent	Acum.
0	16	39.02	39.02
1	25	60.98	100.00
Total	41	100.00	

RIEGO	Frec.	Porcent	Acum.
1	26	63.41	63.41
2	5	12.20	75.61
3	2	4.88	80.49
4	2	4.88	85.37
5	6	14.63	100.00
Total	41	100.00	

RIEGM	Frec.	Porcent	Acum.
0	10	24.39	24.39
1	31	75.61	100.00
Total	41	100.00	

RIEGE	Frec.	Porcent	Acum.
0	31	75.61	75.61
1	10	24.39	100.00
Total	41	100.00	

FERTI	Frec.	Porcent	Acum.
1	15	36.59	36.59
2	5	12.20	48.78
3	21	51.22	100.00
Total	41	100.00	

ENFER	Frec.	Porcent	Acum.
0	23	56.10	56.10
1	18	43.90	100.00
Total	41	100.00	

COMER	Frec.	Porcent	Acum.
1	20	48.78	48.78
2	11	26.83	75.61
3	1	2.44	78.05
4	2	4.88	82.93
5	5	12.20	95.12
6	1	2.44	97.56
7	1	2.44	100.00
Total	41	100.00	

FINAN	Frec.	Porcent	Acum.
1	30	73.17	73.17
2	7	17.07	90.24
4	2	4.88	95.12

5	1	2.44	97.56
6	1	2.44	100.00
-----			
Total	41	100.00	

MANOO	Frec.	Porcent	Acum.
-----			
1	14	34.15	34.15
2	14	34.15	68.29
3	9	21.95	90.24
4	4	9.76	100.00
-----			
Total	41	100.00	

EDUCA	Frec.	Porcent	Acum.
-----			
1	25	60.98	60.98
2	8	19.51	80.49
3	8	19.51	100.00
-----			
Total	41	100.00	

RENTA	Frec.	Porcent	Acum.
-----			
100000	14	34.15	34.15
200000	21	51.22	85.37
400000	1	2.44	87.80
750000	2	4.88	92.68
2000000	2	4.88	97.56
3000000	1	2.44	100.00
-----			
Total	41	100.00	

AGROP	Frec.	Porcent	Acum.
-----			
1	30	73.17	73.17
2	11	26.83	100.00
-----			
Total	41	100.00	

PORCE	Frec.	Porcent	Acum.
-----			
25	1	2.44	2.44
40	1	2.44	4.88
50	1	2.44	7.32
55	1	2.44	9.76
93.64	6	14.63	24.39
100	31	75.61	100.00
-----			
Total	41	100.00	

LUGAR	Frec.	Porcent	Acum.
-----			
1	30	73.17	73.17
2	6	14.63	87.80
3	1	2.44	90.24
4	4	9.76	100.00
-----			
Total	41	100.00	

VENDE	Frec.	Porcent	Acum.
-----			
1	17	41.46	41.46
2	4	9.76	51.22
3	6	14.63	65.85
4	14	34.15	100.00
-----			
Total	41	100.00	

CUENC	Frec.	Porcent	Acum.
1	17	41.46	41.46
2	24	58.54	100.00
Total	41	100.00	

SECTR	Frec.	Porcent	Acum.
1	3	7.32	7.32
2	2	4.88	12.20
3	1	2.44	14.63
4	2	4.88	19.51
5	1	2.44	21.95
6	4	9.76	31.71
7	1	2.44	34.15
10	1	2.44	36.59
13	1	2.44	39.02
16	14	34.15	73.17
17	3	7.32	80.49
20	7	17.07	97.56
21	1	2.44	100.00
Total	41	100.00	

### 10.6.5 Modelo Econométrico

A continuación se presenta una regresión lineal con todas las variables significativas. Pero se deja de manifiesto que se realizaron todas las combinaciones posibles y no hay manera de explicar la variable “preca” o precio actualizado, con el resto de las variables porque los signos de las variables son inconsistentes y/o las variables son poco significativas. En particular el signo de la variable qagua que expresa la cantidad de agua que tiene el predio y que es nuestra variable principal, ya que a partir de su derivada se determina el valor del agua, resulta con signo negativo, lo que no tiene sentido económico.

**Tabla 10.9**  
**Regresión lineal. Modelo de Precios Hedónicos**

Regresion					Número de obs = 41		
					F( 24, 16) = 83.81		
					Prob > F = 0.0000		
					R-cuadrado = 0.9424		
					Raíz MSE = 1.6e+06		
-----							
		Robustez					
preca	Coef.	Desv. Est.	t	P> t	[Intervalo conf.95%]		Significado
-----							
qagua	-941151	106429.9	-8.84	0.000	-1166772	-715529.7	Cantidad agua
super	1261870	98174.13	12.85	0.000	1053750	1469990	Superficie
acces	1244725	503811.7	2.47	0.025	176691.8	2312758	Acceso
relie	-7107268	1132349	-6.28	0.000	-9507739	-4706796	Relieve
const	-1.13e+07	1192887	-9.50	0.000	-1.39e+07	-8804817	Construcciones
ccons	91382.69	8612.071	10.61	0.000	73125.92	109639.5	Cantidad const
hpalt	-1763152	498500.1	-3.54	0.003	-2819925	-706379.1	Hectárea palto
edadp	-92614.12	33642.32	-2.75	0.014	-163932.7	-21295.58	Edad palto
otrop	-6202636	1073641	-5.78	0.000	-8478653	-3926618	Otras plantac
erosi	5207677	731517.5	7.12	0.000	3656929	6758425	Erosión
profu	-648330.4	306807.5	-2.11	0.051	-1298733	2072.49	Profundidad
dagua	-4138866	959334.3	-4.31	0.001	-6172563	-2105168	Derechos agua
hrega	1552861	323899.3	4.79	0.000	866225.5	2239497	Hectárea regad
riego	-1.07e+07	1214760	-8.83	0.000	-1.33e+07	-8156142	Sistema riego
riegm	-2.28e+07	3808032	-5.98	0.000	-3.09e+07	-1.47e+07	Riego menos ef
enfer	1.03e+07	1092804	9.46	0.000	8016919	1.27e+07	Control Enferm
finan	-1393565	254243.3	-5.48	0.000	-1932537	-854593.5	Financiamiento
edadd	131301.3	29486.59	4.45	0.000	68792.5	193810.1	Edad dueño
educa	-1086854	513317.7	-2.12	0.050	-2175039	1330.863	Educación dueñ
porce	146146.9	25449.43	5.74	0.000	92196.51	200097.3	Porcentaje pre
lugar	-3431615	702633.9	-4.88	0.000	-4921132	-1942098	Vive dueño
cuenc	1.31e+07	1812832	7.21	0.000	9230528	1.69e+07	Cuenca
sectr	-1674978	162429.6	-10.31	0.000	-2019314	-1330643	Sector
dista	-315702.4	37007.79	-8.53	0.000	-394155.4	-237249.4	Distancia ciud
_cons	4.28e+07	6338383	6.75	0.000	2.93e+07	5.62e+07	Constante
-----							

**Todas las variables son significativas al 95%**

Se testeó otro modelo econométrico, donde se calculan los logaritmos en base 10 para todas las variables del modelo y posteriormente se realizan las regresiones lineales.

Se presenta la regresión log-log con sólo variables significativas, para explicar la variable “lgpreca” o el logaritmo del precio actualizado, con el resto de las variables. Pero se deja de manifiesto, al igual que en el modelo lineal, que se realizaron todas las combinaciones posibles y no hay manera de explicar la variable “lgpreca” con el resto de las variables porque los signos de las variables son inconsistentes y/o las variables son poco significativas. En particular el signo de la variable lgqagua que expresa el logaritmo de la cantidad de agua que tiene el predio y que es nuestra variable principal, ya que a partir de su derivada se determina el valor del agua, resulta con signo negativo, lo que no tiene sentido económico.

Tabla 10.10  
Regresión Log-Log. Modelo de Precios Hedónicos

Regresión log-log					Number of obs = 41		
					F( 9, 31) = 6.23		
					Prob > F = 0.0001		
					R-cuadrado = 0.5555		
					Ráiz MSE = .36432		
-----							
lgpreca		Coef.	Robustez Desv. Est.	t	P> t	[Intervalo conf.95%]	Significado
-----							
lgqagua		-.2217382	.0827661	-2.68	0.012	-.3905409 - .0529356	Cantid agua
lgacces		-1.127152	.2887149	-3.90	0.000	-1.71599 - .5383144	Acceso
lghotrp		.2426158	.0637213	3.81	0.001	.1126553 .3725763	Hec Dis Palt
lgriego		-.9576523	.4312672	-2.22	0.034	-1.837228 -.078077	Sistema Rieg
lgriegm		-1.933049	.9318682	-2.07	0.046	-3.833606 -.0324909	Riego menos
lgcomer		-.3834733	.187431	-2.05	0.049	-.7657413 -.0012054	Comercializa
lgmanoo		.9427872	.3586974	2.63	0.013	.211219 1.674356	Mano de Obra
lgedadd		1.782833	.4002474	4.45	0.000	.9665226 2.599143	Edad dueño
lgsectr		-.4941769	.1747969	-2.83	0.008	-.8506776 -.1376761	Sector
_cons		4.475516	.6139003	7.29	0.000	3.223458 5.727573	Constante
-----							

**Todas las variables son significativas al 95%**

Finalmente se testeará el modelo econométrico semi-log, donde se calcula el logaritmo en base 10 sólo para la variable “lgpreca” y el resto de las variables permanecen con sus valores originales.

Se presenta la regresión semi-log con sólo variables significativas, para explicar la variable “lgpreca” o el logaritmo del precio actualizado, con el resto de las variables. Pero se deja de manifiesto, al igual que en los modelos anteriores, que se realizaron

todas las combinaciones posibles y no hay manera de explicar la variable “lgpreca” con el resto de las variables porque los signos de las variables son inconsistentes y/o las variables son poco significativas. En particular el signo de la variable qagua que expresa la cantidad de agua que tiene el predio y que es nuestra variable principal, ya que a partir de su derivada se determina el valor del agua, resulta con signo negativo, lo que no tiene sentido económico.

**Tabla 10.11**  
**Regresión Semi Log. Modelo de Precios Hedónicos**

Regresión Semi-log					Número de obs = 41 F( 14, 26) = 4.86 Prob > F = 0.0003 R-cuadrado = 0.6555 Raíz MSE = .35022		
-----							
lgpreca		Coef.	Robustez Desv. Est.	t	P> t	[Intervalo conf.95%]	Significado
-----							
qagua		-.0154667	.0118513	-1.31*	0.203	-.0398274 .0088939	Cant agua
super		.0463664	.014627	3.17	0.004	.0163002 .0764325	Superficie
relie		-.4845922	.224404	-2.16	0.040	-.9458613 -.0233232	Relieve
otro		-.4487498	.1863856	-2.41	0.023	-.8318708 -.0656288	Otras plant
hotrp		.0220088	.0060412	3.64	0.001	.0095909 .0344267	Hect otras
erosi		.4139174	.1148605	3.60	0.001	.1778183 .6500166	Erosión
dagua		-.3192747	.1097288	-2.91	0.007	-.5448255 -.0937239	Derecho agu
riego		-.6236074	.1614216	-3.86	0.001	-.9554143 -.2918005	Sist riego
riegm		-1.572532	.5350459	-2.94	0.007	-2.672334 -.472729	Riego menos
finan		-.3116027	.0903111	-3.45	0.002	-.4972399 -.1259655	Financiamie
agrop		.6994593	.2152114	3.25	0.003	.257086 1.141833	Porc Ingres
lugar		-.305758	.1141383	-2.68	0.013	-.5403726 -.0711433	Vive dueño
sectr		-.0553275	.0183547	-3.01	0.006	-.0930561 -.0175989	Sector
dista		-.0243032	.0071736	-3.39	0.002	-.0390487 -.0095577	Dist ciudad
_cons		9.727188	1.093532	8.90	0.000	7.479401 11.97498	Constante
-----							

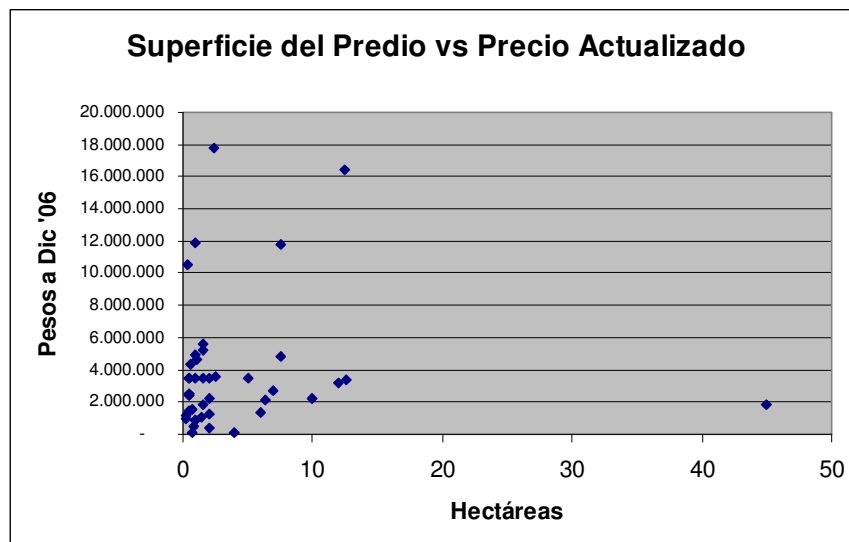
**Todas las variables son significativas al 95% excepto qagua al 80%**

#### **10.6.6. Conclusiones Modelo Precios Hedónicos**

Existen varias explicaciones para los resultados obtenidos, las que se detallan a continuación:

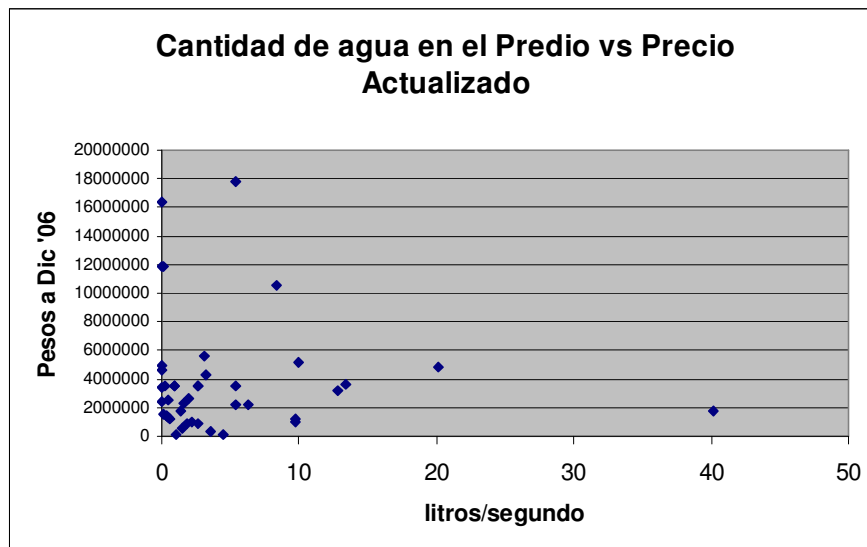
- El número de encuestas resultantes, 41, nos conduce a un error muestral promedio de 310%, con extremos de 5% para la variable MANOO y 2292% para la variable EDADD
- El tamaño de los predios transados son muy pequeños, el 41% corresponden a predios con una superficie menor o igual 1 hectárea. Esto dificulta obtener una relación clara y creciente entre el precio del predio y la superficie del mismo. A modo de ejemplo, se señala que a similar superficie existe una variabilidad de hasta un 93% en el precio del predio. A continuación se presenta una gráfica que refleja la dispersión de los pares de puntos (superficie en hectáreas , precio en pesos actualizados a diciembre 2006):

Figura 4



- No existe una relación creciente entre la cantidad de agua (qagua) presente en el predio al momento de adquirirlo y el precio del mismo. Aunque esta es una variable crucial para el modelo, los agricultores en su mayoría no contestaron esta pregunta y sólo 13 de 41 fueron explícitos en cuanto a declarar la cantidad de agua de riego en el predio, ya sea superficial y/o subterránea. Al completar la mayoría de las respuestas mediante un método de llenado exógeno, trae como resultado un error mayor. A continuación se presenta una gráfica que refleja la dispersión de los pares de puntos (cantidad de agua en el predio expresada en litros/segundo, precio en pesos actualizados a diciembre 2006):

Figura 5



- Finalmente, también se puede plantear una hipótesis en cuanto al error en el precio del predio, ya que por motivos tributarios o por cercanía entre comprador y vendedor, o por otros motivos, el precio que fue declarado en el Conservador de Bienes Raíces, puede mal reflejar el valor real del predio.

Ahora bien, los problemas anteriores pueden deberse a la baja cantidad de encuestas efectivas que se obtuvieron, y esto no permite descartar el método de precios hedónicos en si mismo, si no más bien indica las dificultades reales que tiene su aplicación por



cuanto es de una gran complejidad obtener información en la cantidad y calidad necesaria para que este resulte efectivo.

## **XI. Comparación del valor del agua de riego obtenido con diferentes métodos**

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos con el Método del Presupuesto, y a partir de ellos se realiza la estimación del valor del agua. Adicionalmente se aplican algunas equivalencias a los resultados obtenidos con el método de las transacciones para hacerlos comparables con el resto. Finalmente se analizan los resultados obtenidos con los tres métodos.

### **11.1 Método del presupuesto**

La evaluación social del proyecto de construcción de embalses en la zona de Ligua y Petorca<sup>26</sup> se realizó considerando los lineamientos entregados en el documento “Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Riego”, del Ministerio de Planificación (MIDEPLAN).

En base a esta metodología se consideró una situación actual, o sin proyecto, una situación actual optimizada o situación base optimizada y una situación futura o con proyecto, para cada una de las cuales se han estimado sus respectivos costos y beneficios para un horizonte de evaluación de 30 años. La diferencia de costos y beneficios entre la situación futura o con proyecto y la situación actual optimizada permite obtener los beneficios netos atribuibles al proyecto.

El valle Petorca se dividió en 12 sectores, dentro de los cuales se clasifican 94 agrupaciones prediales en función del tamaño de predio, ubicación respecto a cota de canal y tecnología de riego. El valle La Ligua se ha dividido en 13 sectores, dentro de los cuales se clasifican 105 agrupaciones prediales en base a las mismas características.

---

<sup>26</sup> Estado de Avance “Estudio de Factibilidad obras de regulación para los valles de La Ligua y Petorca”. MOP, DOH. Junio 2007

### **11.1.1 Beneficios netos agrícolas del proyecto**

Los beneficios asociados al proyecto se estimaron, según el método del presupuesto, como el aumento en la producción agrícola - ganadera, por la mayor disponibilidad de agua debido a la realización de éste.

Los beneficios del proyecto se generan al aumentar la seguridad de riego para las tierras beneficiadas, permitiendo una mayor producción; ya sea por aumentar la superficie regada en cada año, como por permitir un cambio a cultivos más rentables, al disminuir el riesgo del abastecimiento de agua.

Para obtener estos beneficios, se han determinado los márgenes netos de cada cultivo, en la situación actual, actual optimizada, y con proyecto, para cada sector y agrupación predial de los valles de Petorca y La Ligua

Las tablas que se presentan a continuación muestran los beneficios netos agrícolas generados por el proyecto, en el Valle de la Ligua y el Valle de Petorca durante los 30 años de horizonte del proyecto.

Tabla 11.1

Beneficios netos agrícolas Valle de La Ligua  
Situación actual optimizada y Situación Futura

<b>Año</b>	<b>Situación Actual Optimizada</b>	<b>Situación Futura</b>	<b>Proyecto</b>
	<b>MM\$</b>	<b>MM\$</b>	<b>MM\$</b>
1	7.695	7.881	<b>186</b>
2	12.325	12.395	<b>70</b>
3	8.201	8.275	<b>74</b>
4	12.499	12.484	<b>-15</b>
5	8.080	8.004	<b>-76</b>
6	12.375	12.591	<b>216</b>
7	8.328	6.258	<b>-2.070</b>
8	12.494	5.683	<b>-6.810</b>
9	8.490	10.857	<b>2.367</b>
10	12.651	19.021	<b>6.370</b>
11	8.540	19.110	<b>10.570</b>
12	12.707	27.413	<b>14.705</b>
13	-4.034	14.263	<b>18.297</b>
14	2.593	23.701	<b>21.109</b>
15	-2.637	20.552	<b>23.188</b>
16	5.017	29.271	<b>24.254</b>
17	1.175	26.172	<b>24.997</b>
18	7.300	31.875	<b>24.575</b>
19	3.439	28.479	<b>25.039</b>
20	7.588	31.802	<b>24.214</b>
21	7.942	31.652	<b>23.709</b>
22	12.491	35.772	<b>23.281</b>
23	8.416	32.168	<b>23.753</b>
24	12.691	36.149	<b>23.457</b>
25	8.547	32.747	<b>24.201</b>
26	12.623	25.617	<b>12.995</b>
27	8.414	20.615	<b>12.202</b>
28	12.580	22.801	<b>10.221</b>
29	8.475	21.973	<b>13.498</b>
30	12.635	27.448	<b>14.813</b>
VP	96.655	186.507	<b>89.852</b>

Tabla 11.2  
Beneficios netos agrícolas Valle de Petorca  
Situación actual optimizada y Situación Futura

<b>Año</b>	<b>Situación Actual Optimizada</b>	<b>Situación Futura</b>	<b>Proyecto</b>
	<b>MM\$</b>	<b>MM\$</b>	<b>MM\$</b>
1	7.408	7.513	<b>105</b>
2	9.761	10.136	<b>374</b>
3	7.942	7.776	<b>-166</b>
4	9.401	10.296	<b>895</b>
5	8.237	7.776	<b>-461</b>
6	9.402	8.521	<b>-881</b>
7	8.258	7.110	<b>-1.148</b>
8	9.430	3.363	<b>-6.067</b>
9	8.399	6.295	<b>-2.104</b>
10	9.508	13.793	<b>4.285</b>
11	8.427	18.657	<b>10.230</b>
12	9.525	23.683	<b>14.158</b>
13	-4.174	16.873	<b>21.046</b>
14	-546	21.631	<b>22.176</b>
15	-2.057	25.106	<b>27.163</b>
16	3.413	30.013	<b>26.600</b>
17	1.871	32.313	<b>30.442</b>
18	4.936	33.308	<b>28.372</b>
19	3.926	34.515	<b>30.589</b>
20	5.015	32.889	<b>27.874</b>
21	8.194	37.310	<b>29.116</b>
22	9.402	36.563	<b>27.161</b>
23	8.388	37.658	<b>29.270</b>
24	9.537	36.960	<b>27.423</b>
25	8.392	38.103	<b>29.711</b>
26	9.538	25.523	<b>15.984</b>
27	8.371	24.736	<b>16.365</b>
28	9.485	22.492	<b>13.007</b>
29	8.405	23.796	<b>15.391</b>
30	9.492	25.754	<b>16.261</b>
VP	81.040	181.534	<b>100.494</b>

### **11.1.2 Demanda de agua incremental generada por el proyecto**

Las siguientes tablas muestran la demanda de agua de riego para la situación actual optimizada y para la situación futura. La diferencia entre ambas es la demanda de agua satisfecha por el proyecto.

Tabla 11.3  
Demanda de Agua Valle de La Ligua

	<b>Situación Actual optimizada</b>	<b>Situación Futura</b>	<b>Proyecto La Ligua</b>
	<b>m3</b>	<b>m3</b>	<b>m3</b>
<b>Abril</b>	3.481.315	8.261.961	4.780.646
<b>Mayo</b>	87.584	342.465	254.881
<b>Junio</b>	0	248.411	248.411
<b>Julio</b>	0	376.315	376.315
<b>Agosto</b>	804	513.506	512.702
<b>Septiembre</b>	1.678.579	3.584.549	1.905.970
<b>Octubre</b>	5.102.352	9.728.344	4.625.992
<b>Noviembre</b>	7.968.326	15.603.989	7.635.663
<b>Diciembre</b>	9.442.699	19.673.562	10.230.863
<b>Enero</b>	9.537.782	20.086.290	10.548.508
<b>Febrero</b>	8.651.785	18.704.689	10.052.904
<b>Marzo</b>	6.782.244	14.489.955	7.707.711
<b>Anual (m3)</b>	52.733.470	111.614.038	58.880.568

Tabla 11.4  
Demanda de Agua Valle de Petorca

	<b>Situación Actual optimizada</b>	<b>Situación Futura</b>	<b>Proyecto Petorca</b>
	<b>m3</b>	<b>m3</b>	<b>m3</b>
<b>Abril</b>	3.607.286	8.130.215	4.522.929
<b>Mayo</b>	486.933	460.324	-26.609
<b>Junio</b>	0	129.365	129.365
<b>Julio</b>	0	193.582	193.582
<b>Agosto</b>	90.530	264.706	174.176
<b>Septiembre</b>	1.815.955	3.460.992	1.645.037
<b>Octubre</b>	4.464.089	8.892.277	4.428.188
<b>Noviembre</b>	6.843.139	14.238.255	7.395.116
<b>Diciembre</b>	8.025.290	17.985.423	9.960.133
<b>Enero</b>	7.899.673	18.629.793	10.730.120
<b>Febrero</b>	7.353.642	17.474.762	10.121.120
<b>Marzo</b>	5.855.786	13.748.286	7.892.500
<b>Anual (m3)</b>	46.442.323	103.607.980	57.165.657

Para conocer la evolución de la demanda de agua durante los primeros años del proyecto es necesario utilizar la curva de incorporación al riego.

En el caso de los frutales la curva de incorporación al riego según el tamaño del predio se muestra en las tablas siguientes<sup>27</sup>:

Tabla 11.5.  
Tasa de incorporación al riego La Ligua

Tamaño de predio	% terrenos	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6
Menor a 5 há	2%	5%	15%	30%	50%	75%	100%
Entre 5 y 50 há	8%	10%	30%	60%	100%	100%	100%
Mayores a 50 há	91%	20%	50%	100%	100%	100%	100%
<b>Promedio Ponderado La Ligua</b>	<b>100%</b>	<b>19,0%</b>	<b>47,8%</b>	<b>95,7%</b>	<b>99,1%</b>	<b>99,5%</b>	<b>100%</b>

Tabla 11.6.  
Tasa de incorporación al riego Petorca

Tamaño de predio	% terrenos	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6
Menor a 5 há	1%	5%	15%	30%	50%	75%	100%
Entre 5 y 50 há	3%	10%	30%	60%	100%	100%	100%
Mayores a 50 há	95%	20%	50%	100%	100%	100%	100%
<b>Promedio Ponderado Petorca</b>		<b>19,5%</b>	<b>48,9%</b>	<b>97,7%</b>	<b>99,3%</b>	<b>99,7%</b>	<b>100%</b>

Aplicando estas tasas de incorporación al riego, las demandas del proyecto son :

Tabla 11.7  
Demanda de agua. Proyecto Ligua Petorca.MMm3

	Q actualizado	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6-30
La Ligua	590	11,17	28,17	56,34	58,35	58,62	58,88
Petorca	574	11,13	27,93	55,87	56,77	56,97	57,17
<b>Total</b>	<b>1.164</b>	<b>22,30</b>	<b>56,11</b>	<b>112,21</b>	<b>115,12</b>	<b>115,59</b>	<b>116,05</b>

En la columna “Q actualizado” se muestra el caudal total descontado a una tasa del 8% anual.

<sup>27</sup> Estado de Avance “Estudio de Factibilidad obras de regulación para los valles de La Ligua y Petorca”. MOP, DOH. Junio 2007

### **11.1.3 Valor del agua**

El valor del agua obtenido con este método es un valor máximo en cuanto asigna al valor del agua la totalidad del excedente obtenido por el agricultor.

Si calculamos el valor del agua como el beneficio total dividido por la cantidad total de agua demandada el valor obtenido es:

Tabla 11.8  
Valor del agua (Total del excedente agrícola)

<b>Localidad</b>	<b>Excedente agrícola</b>
	<b>\$/m3</b>
La Ligua	152
Petorca	175
Ligua - Petorca	163

El valor del agua obtenido con este método es un valor máximo en cuanto asigna al valor del agua la totalidad del excedente obtenido por el agricultor. En algunos estudios se ha asignado un porcentaje de este excedente (que varía entre 15% y 30%).

Según se asignen al valor del agua distintos porcentajes del excedente agrícola atribuible al proyecto, se obtienen distintos valores. Estos se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 11.9  
Valor del agua según % de excedente agrícola asignado  
\$/m3

<b>Localidad</b>	<b>15%</b>	<b>20%</b>	<b>30%</b>
La Ligua	22,9	30,5	45,7
Petorca	26,2	35,0	52,5
Ligua - Petorca	24,5	32,7	49,0



## 11.2 Método de las transacciones

La tabla siguiente muestra los resultados obtenidos con el método de las transacciones en el capítulo 8. En la última línea se muestra el valor del agua calculado sin hacer distinciones entre ambas cuencas, es decir como la mediana de las transacciones válidas totales de ambas cuencas.

Tabla 11.10  
Valor del agua. Método de las transacciones

	Agua superficial UF/l/s	Agua Subterranea UF/l/s
Ligua	219,59	53,94
Petorca	45,89	91,88
Ligua-Petorca	87,28	61,47

Para el cálculo de la cuota anual equivalente de la inversión en la compra de derechos de aprovechamiento de agua, se consideró una tasa de descuento o de retorno de la inversión del 8% y una vida útil indefinida, luego el factor de recuperación anual de la inversión es de 0,08.

Tabla 11.11. Cuota anual equivalente

	Agua superficial UF/l/s/año	Agua Subterranea UF/l/s/año
Ligua	17,57	4,32
Petorca	3,67	7,35
Ligua-Petorca	6,98	4,92

El Volumen anual de agua ocupada o extraída de un caudal de 1 l/s se estimó para dos escenarios.<sup>28</sup>

Tabla 11.12 Escenarios de Riego

<b>Escenario 1</b>				<b>Escenario 2</b>		
Meses de riego	hr riego /día	m3/mes		Meses de riego	hr riego /día	m3/mes
4	0	0				
4	8	720		4	0	0
4	16	1.440		8	16	1.440
<b>Total m3/año</b>		<b>8.640</b>		<b>11.520</b>		

<sup>28</sup> En ambos casos se consideran 25 días de riego al mes.

El promedio entre ambos escenarios es de 10.080 m<sup>3</sup>/año, este será el valor utilizado en los cálculos.

Finalmente, el precio del agua correspondiente a las transacciones de derechos de aprovechamiento se obtiene al dividir el costo anual de la inversión por el volumen anual de agua utilizada.<sup>29</sup>

Tabla 11.13.  
Valor del agua. Método de las transacciones

	Agua superficial \$/m <sup>3</sup>	Agua Subterránea \$/m <sup>3</sup>
Ligua	32,32	7,94
Petorca	6,75	13,52
Ligua-Petorca	12,84	9,05

Para efectos de contrastar el valor del agua pagado por los agricultores con el agua utilizada para fines de agua potable se presentan las transacciones realizadas por empresas sanitarias en el período estudiado:

Tabla 11.14.  
Transacciones de derechos de agua de Empresas de Agua Potable

Nombre del adquirente	Precio de la Transacciones \$	Caudal Transado l/seg	Tipo de derecho	Mercado del Agua de la fuente	valor agua UF/l/s
SOC. DE AGUA POTABLE LOS ROBLES S.A	11.500.000	10	Subterráneo	LA LIGUA	77,23
ESVAL S.A.	43.000.000	50	Subterráneo	LA LIGUA	50,58
ESVAL S.A.	1.500.000	1,4	Subterráneo	ZAPALLAR	62,75
SOC. AGUA POTABLE AGUAQUEN S.A. (Aporte societario a proyecto de parcelación)	10.000.000	3,00	Subterráneo	LA LIGUA	187,43

Si eliminamos la última, que no corresponde a una compra, sino a un aporte societario, el promedio del precio es de 63,5 UF/l/s., prácticamente lo mismo que las 61,5 UF/l/s pagadas por los agricultores<sup>30</sup> por agua subterránea. Hay que agregar a esto que las empresas sanitarias pueden extraer agua en forma permanente, o sea no son una

<sup>29</sup> 1 UF = \$18.542,78

<sup>30</sup> Ver Tabla 11.10. Valor del agua. Método de las transacciones

actividad sujeta a “horas de riego” como la agricultura, que durante los meses de invierno no extrae agua porque no la necesita. O sea en términos de \$/ m<sup>3</sup> las empresas sanitarias pagan un valor menor que los agricultores.

### **11.3 Método de valoración contingente**

Como ha sido presentado en detalle en el capítulo 9, el valor del agua obtenido con el método doble bounded fue de 12,08 \$/m<sup>3</sup>

### **11.4 Método de los costos de inversión**

Adicionalmente, podemos estimar el valor del agua en término de los costos necesarios para producirla, según lo planteado en el acápite 3.1.1.. La inversión estimada<sup>31</sup> para este proyecto es de 329,9 MMUS\$; considerando tres años de ejecución del proyecto y un tipo de cambio<sup>32</sup> de 580 \$/US\$, el valor presente de la inversión es de MM\$164.369. Adicionalmente se han estimado el costo anual de operación y mantención de los embalses como el 1% de la inversión. Dado que la demanda adicional de agua generada por el proyecto<sup>33</sup>, actualizada a una tasa del 8% anual, es de 1.164 MMm<sup>3</sup>, el costo incurrido en la producción de agua es de 155 \$/m<sup>3</sup>, o sea muy superior a la disposición a pagar por agua de riego. Si embargo el excedente agrícola total se estimó en 163 \$/m<sup>3</sup>, por tanto al evaluar el proyecto con el método del presupuesto este presentará indicadores positivos de rentabilidad.

**Tabla 11.15 Valor del agua. Método de los costos de inversión**

	VPN MM\$	Año 1 MM\$	Año 2 MM\$	Año 3 MM\$	Año 4 al 30 MM\$
Inversión total	164.369	63.781	63.781	63.781	0
O&M	16.610	0	0	0	1.913
<b>Total</b>	<b>180.979</b>	<b>63.781</b>	<b>63.781</b>	<b>63.781</b>	<b>1.913</b>
Tasa descuento	8%				
q agua	1164 MMm3				
p agua	155 \$/m3				

<sup>31</sup> AC Ingenieros Consultores Ltda. Construcción de Obras de Riego la Ligua Petorca. Junio 2007, pág 5.63

<sup>32</sup> AC Ingenieros Consultores Ltda. Construcción de Obras de Riego la Ligua Petorca. Junio 2007, pág 7.43

<sup>33</sup> Ver Tabla 11.7. Demanda de agua. Proyecto Ligua Petorca

### 11.5 Comparación entre los distintos métodos

La comparación se hará considerando el valor del agua superficial para las cuencas de Ligua- Petorca consideradas en forma conjunta. Ello debido a que el estudio de valoración contingente analizó ambas cuencas en forma conjunta, y en el caso del agua subterránea son necesarios gastos adicionales para extraer el agua.

Por tanto tenemos que los valores del agua entregado por los distintos métodos, para las aguas superficiales de La Ligua y Petorca son los siguientes:

Tabla 11.16  
Valor del agua superficial. La Ligua y Petorca

	\$/m3
Método de la productividad*	163,5
Método de los costos de inversión	155,5
Método de las transacciones	12,8
Valoración contingente	12,1

\* Considera el 100% del excedente agrícola

Podemos ver que el método de las transacciones que representa el valor efectivamente pagado por los agricultores es muy similar al valor que ellos declaran estar dispuestos a pagar. Si embargo ambos métodos estiman un valor bajo en relación al estimado a través del método de la productividad, lo que muestra que los agricultores aún están dispuestos a pagar un valor bajo en relación a los excedentes que obtienen.

## **XII. Conclusiones**

En el presente estudio se ha realizado un exhaustivo análisis de las metodologías de valoración que podrían ser útiles en la determinación del valor del agua de riego y se han aplicado en los Valles de La Ligua y Petorca.

Debido a que el mercado del agua cruda representa la instancia natural para evaluar los proyectos de riego agrícola, se dedicó un capítulo al análisis de los mercados de agua en Chile y el Mundo, del que se concluyó que, salvo algunas pocas excepciones, principalmente Australia, España y algunos estados de Estados Unidos, los países desarrollados carecen de mercados de agua desarrollados (Frederiksen, 2001). En el caso de Chile el desempeño de los mercados de derechos de agua es variable (Donoso, 2004), encontrándose cuencas con distinto grado de desarrollo y profundización de este mercado. En todo caso, existe consenso en que la escasez relativa de agua es el principal factor que motiva el funcionamiento del mercado. Debido a que no es posible esperar que sea siempre el mercado quien fije el precio del agua de riego, es relevante el desarrollo de métodos que permitan la estimación del valor de un bien que no tiene mercado.

La investigación realizada continuó con un análisis detallado de los métodos de valoración en los casos en que no está presente un mercado definido y su aplicabilidad para el caso de la valoración del agua de riego. Se revisaron los métodos de preferencias reveladas y preferencias declaradas (Freeman, 2003), se concluyó que todos ellos presentan algunas limitaciones: el método de la productividad, actualmente en uso en Chile para la valoración de proyectos de riego, requiere de una gran cantidad de supuestos acerca de las estructuras de cultivo y los mercados de productos agrícolas para un horizonte extendido. El método de los precios hedónicos, si bien presenta mayor independencia del evaluador pues se basa en mercados reales, requiere contar con un mercado de la tierra funcionando adecuadamente e información acerca de los precios confiable; y el método de valoración contingente, que tiene la ventaja de poder utilizarse siempre, pues no requiere de un mercado sustituto o complementario funcionando, necesita ser cuidadosamente aplicado para evitar sesgos en las respuestas.

A continuación del análisis anterior se desarrollaron metodologías de valoración del agua de riego basadas en los siguientes métodos:

- Transacciones efectivas en el mercado de derechos de aguas.
- Método de valoración contingente, que tiene la ventaja de poder aplicarse siempre, pues no requiere de un mercado sustituto o complementario funcionando,
- Método de precios hedónicos, que presenta más independencia del evaluador que el anterior, pues se basa en mercados reales.

Para ellos se presentaron los modelos básicos existentes, aplicables al caso en estudio y una descripción del plan de trabajo y principales actividades que deben realizarse para llevar adelante una aplicación a un caso concreto, siendo finalmente aplicadas en la estimación del valor del agua de riego en las cuencas de La Ligua y Petorca, ubicadas en la Zona Central de Chile, específicamente en la V región.

En la zona está en marcha un estudio de factibilidad que contempla la construcción de cuatro embalses de riego, Alicahue y Loa Angeles en la cuenca del río La Ligua, y Pedernal y las Palmas en la cuenca del río Petorca, permitiendo aumentar casi en un 150% (desde 7.881 há a 19.651 há) la superficie cultivable con seguridad de riego del 85%.

Todo los métodos mencionados resultaron exitosos en su aplicación con excepción del método de precios hedónicos.

A continuación se presentan las principales conclusiones obtenidas durante el desarrollo y la aplicación de los mencionados métodos:

### Método de Precios Hedónicos

Es importante destacar que en el caso del método de precios hedónicos el desarrollo metodológico es altamente dependiente de las características del área en estudio, ello debido a que con este método se trabaja con un mercado real, el de la tierra en este caso. Por tanto la metodología planteada deja algunos aspectos abiertos, que solo pueden definirse cuando se trabaja con una cuenca , u otra área geográfica , específica. Un ejemplo de ello es la decisión de si se trabaja con el mercado de arriendo o compra-venta de tierras, la que depende del tipo de trato que sea más frecuente en una determinada región. Esto influye en el tipo de información que debe recogerse y por tanto en la actividad que se diseñe para ello. En el caso de los valles de La Ligua y Petorca el arriendo de tierras no es una práctica habitual y por tanto se utilizaron transacciones de compraventa de tierras.

Sin embargo, a pesar del esfuerzo realizado en la obtención de información, y habiendo definido un universo de 176 registros válidos a partir del levantamiento de transacciones de compraventa realizado en el Conservador de Bienes de Raíces de La Ligua y Petorca, debido a distintas razones solo fue posible encuestar a 41 agricultores. Esto pone de manifiesto la complejidad de obtener información válida que permita la aplicación de este método en zonas rurales, debido a lo dificultoso que resulta ubicar a los dueños de las propiedades e incluso las direcciones de los predios, dándose también el caso de ejecutivos de empresas agrícolas que se negaron a contestar e incluso de transacciones inexistentes.

La estimación con este método arrojó un error muestral muy alto y no fue posible demostrar ni siquiera una relación creciente entre la cantidad de agua y el precio de los predios.

### Método de valoración contingente

En el método de valoración contingente fue particularmente complejo el diseño de la pregunta acerca de la disposición a pagar, debido a que los agricultores no manejan la

cantidad de agua en metros cúbicos, por tanto se optó por preguntar por la disposición a pagar por regar una hectárea de terreno, lo que hizo necesario que los encuestadores consultaran una tabla que relacionaba el sistema de riego utilizado con la cantidad de agua necesaria para regar una hectárea.

Sin embargo, a pesar de esta dificultad, el método de valoración contingente resulta apropiado para estimar la disposición a pagar por agua de riego, teniendo las consideraciones de estimar adecuadamente los rangos de la DAP a partir de una pre-encuesta y de incluir una pregunta abierta a los encuestados que respondan negativamente a las dos preguntas sobre la DAP.

#### Método de las transacciones de mercado

El método de las transacciones de mercado, si bien es el más directo también requiere de supuestos: La equivalencia entre acción y caudal en l/seg y el rendimiento efectivo en m<sup>3</sup> de un 1 l/seg, lo que hace necesario hacer supuestos sobre las horas de riego que efectivamente utiliza el agricultor.

Adicionalmente y utilizando los resultados del mencionado “Estudio de factibilidad Construcción obras de riego La Ligua- Petorca” se estimó el valor del agua de riego con el método de la productividad y el método de los costos de inversión.

Los valores obtenidos con los distintos métodos para las aguas superficiales de la Ligua y Petorca son los siguientes:

#### **Valor del agua superficial. La Ligua y Petorca**

	\$/m <sup>3</sup>
Método de la productividad*	163,5
Método de los costos de inversión	155,5
Método de las transacciones	12,8
Valoración contingente	12,1

\* Considera el 100% del excedente agrícola



A partir de estos resultados podemos concluir lo siguiente:

- El mercado del agua funciona en estos valles. Esto era esperable dado que tienen una agricultura intensiva y en ambos el agua es escasa, lo que hace previsible un mercado de derechos de agua activo, y se confirma dado que la disposición a pagar declarada por los agricultores es muy parecida al valor que pagan actualmente por el agua.
- El método de valoración contingente es un buen estimador de la disposición a pagar por agua, por cuanto la estimación realizada es cercana al valor de mercado.
- El excedente agrícola obtenido a partir del agua, que se estima en 163 \$/m<sup>3</sup>, es mayor que esta disposición declarada de pago, lo que indicaría que la disposición a pagar por agua aún es baja porque los agricultores le asignan una parte baja - cerca del 7%- del excedente agrícola al agua. Ello podría deberse a que tradicionalmente el agua ha sido considerada un bien gratuito, y la incorporación de mecanismos de mercado es relativamente reciente en relación a la larga data de la tradición agrícola.
- El costo efectivo que se requiere para disponer de agua adicional, es de aproximadamente 155 \$/m<sup>3</sup>. Dado que el excedente agrícola total se estimó en 163 \$/m<sup>3</sup>, la evaluación económica del proyecto arrojará indicadores positivos de rentabilidad.
- La fuerte diferencia entre la disposición a pagar por agua y el costo de esta deja en claro que los proyectos aquí analizados solo pueden ser construidos con un fuerte subsidio del estado.
- No es aconsejable reemplazar el método de evaluación de proyectos de riego que existe actualmente, basado en el método de la productividad, por ninguno de los métodos aquí estudiado. Ello debido a que el menor valor estimado para el agua, tanto por el método de valoración contingente como por el método de las

transacciones efectivas de mercado, daría como resultado que los indicadores de rentabilidad de los proyectos fueran negativos.

- La aplicación de los métodos mencionados si es recomendable para conocer la disposición a pagar de los usuarios por el agua, y poder diseñar de mejor manera políticas públicas, como la estimación de subsidios y el diseño del negocio de concesión de embalses.

## ANEXO 1

### DETERMINACION DEL VALOR DEL AGUA POR EL METODO DE LAS TRANSACCIONES

Cuadro 1.1

Transacciones de Derechos de agua superficiales del río La Ligua

LLAVE	Fecha de la Transacciones	Participa Empresa de Servicios Sanitarios (1=si 0=no)	Parentesco ( 1 =si, 0 =no)	Caudal Transado	Unidades del caudal	Caudal en l/s	Mercado del Agua de la fuente	moneda_UF	tr_valor_agua_cruda UF/l/s
LA LIGUA_2001_146	13-Jun-01	0	0	48,2	acciones	10,30	LA LIGUA	125,26	12,16
LA LIGUA_2001_225	13-Jun-01	0	0	5,3	acciones	1,14	LA LIGUA	18,79	16,47
LA LIGUA_2001_162	06-Jul-01	0	1	0,9	acciones	0,19	LA LIGUA	6,24	32,47
LA LIGUA_2001_163	06-Jul-01	0	1	0,8	acciones	0,17	LA LIGUA	6,24	36,52
LA LIGUA_2001_164	06-Jul-01	0	1	0,8	acciones	0,17	LA LIGUA	6,24	36,52
LA LIGUA_2001_179	06-Jul-01	0	0	0,5	acciones	0,10	LA LIGUA	31,22	298,15
LA LIGUA_2001_210	07-Sep-01	0	0	43,5	acciones	9,29	LA LIGUA	62,47	6,72
LA LIGUA_2001_209	28-Sep-01	0	0	2,0	acciones	0,43	LA LIGUA	62,16	144,94
LA LIGUA_2001_216	08-Oct-01	0	0	9,1	acciones	1,94	LA LIGUA	62,00	31,92
LA LIGUA_2001_212	10-Oct-01	0	0	4,6	acciones	0,98	LA LIGUA	929,53	951,80
LA LIGUA_2001_219	17-Oct-01	0	0	8,5	acciones	1,82	LA LIGUA	123,74	68,10
LA LIGUA_2001_231	03-Nov-01	0	0	10,0	acciones	2,14	LA LIGUA	1.047,80	490,31
LA LIGUA_2002_205	29-Nov-01	0	0	3,2	acciones	0,69	LA LIGUA	61,51	89,39
LA LIGUA_2002_327	27-12-2001	0	1	0,50	ACCIONES	0,50	la ligua	31,25	62,50
LA LIGUA_2002_18	07-01-2002	0	0	1,82	ACCIONES	1,82	la ligua	183,43	100,79
LA LIGUA_2002_55	11-Ene-02	0	0	0,6	acciones	0,12	LA LIGUA	12,30	104,22
LA LIGUA_2002_35	16-Ene-02	0	1	17,5	acciones	3,74	LA LIGUA	123,06	32,91
LA LIGUA_2002_52	07-Mar-02	0	0	9,5	acciones	2,03	LA LIGUA	123,47	60,71
LA LIGUA_2002_54	12-Mar-02	0	0	10,9	acciones	2,33	LA LIGUA	92,61	39,71
LA LIGUA_2002_58	27-Mar-02	0	0	1,0	acciones	0,21	LA LIGUA	18,52	86,67
LA LIGUA_2002_116	20-May-02	0	0	0,5	acciones	0,10	LA LIGUA	122,69	1.171,64
LA LIGUA_2002_105	23-May-02	0	0	9,7	acciones	2,06	LA LIGUA	183,96	89,13
LA LIGUA_2002_110	20-Jun-02	0	0	5,0	l/s	5,00	LA LIGUA	611,63	122,33
LA LIGUA_2002_153	25-Jul-02	0	0	10,0	acciones	2,14	LA LIGUA	611,56	286,18
LA LIGUA_2002_174	06-Ago-02	0	0	3,4	acciones	0,73	LA LIGUA	61,18	84,38
LA LIGUA_2002_150	09-Ago-02	0	0	4,8	acciones	1,03	LA LIGUA	550,67	533,62
LA LIGUA_2002_151	09-Ago-02	0	0	4,8	acciones	1,03	LA LIGUA	550,67	533,62
LA LIGUA_2002_175	26-Ago-02	0	0	85,0	acciones	18,17	LA LIGUA	73,26	4,03
LA LIGUA_2002_173	11-Sep-02	0	0	4,6	acciones	0,98	LA LIGUA	121,85	124,66
LA LIGUA_2002_195	11-09-2002	0	0	7776,0	ACCIONES	7,78	la ligua	122,29	15,73
LA LIGUA_2002_180	08-10-2002	0	0	5,0	REGADORES	5,00	la ligua	30,57	6,11

LLAVE	Fecha de la Transacciones	Participa Empresa de Servicios Sanitarios (1=si 0=no)	Parentesco ( 1 =si, 0 =no)	Caudal Transado	Unidades del caudal	Caudal en l/s	Mercado del Agua de la fuente	moneda_UF	tr_valor_agua_cruda UF/l/s
LA LIGUA_2003_151	15-Oct-02	0	0	2,9	acciones	0,63	LA LIGUA	61,24	97,48
LA LIGUA_2002_191	23-Oct-02	0	0	7,8	acciones	1,66	LA LIGUA	60,48	36,40
LA LIGUA_2002_198	28-Oct-02	0	0	4,6	acciones	0,98	LA LIGUA	604,03	617,96
LA LIGUA_2003_98	04-Dic-02	0	0	5,2	acciones	1,12	LA LIGUA	239,08	213,50
LA LIGUA_2002_228	11-Dic-02	0	0	13,0	acciones	2,78	LA LIGUA	119,37	42,97
LA LIGUA_2003_28	15-Ene-03	0	1	9,1	acciones	1,94	LA LIGUA	59,79	30,78
LA LIGUA_2003_11	27-Ene-03	0	0	14,0	acciones	2,99	LA LIGUA	1.005,97	336,24
LA LIGUA_2003_82	27-Ene-03	0	0	7,9	acciones	1,70	LA LIGUA	119,76	70,58
LA LIGUA_2003_23	30-Ene-03	0	0	1,0	acciones	0,21	LA LIGUA	17,97	87,60
LA LIGUA_2003_24	31-Ene-03	0	0	3,0	acciones	0,64	LA LIGUA	215,68	336,42
LA LIGUA_2003_48	24-Feb-03	0	0	2,7	acciones	0,59	LA LIGUA	119,90	204,76
LA LIGUA_2003_45	21-Mar-03	0	0	4,5	acciones	0,96	LA LIGUA	238,94	248,47
LA LIGUA_2003_72	31-Mar-03	0	0	0,8	acciones	0,16	LA LIGUA	119,16	743,50
LA LIGUA_2003_72	31-Mar-03	0	0	0,8	acciones	0,16	LA LIGUA	119,16	743,50
LA LIGUA_2003_88	29-Abr-03	0	0	2,9	acciones	0,62	LA LIGUA	206,78	331,16
LA LIGUA_2003_138	06-05-2003	1	0	50,0	l/s	50,00	LA LIGUA	2.528,81	50,58
LA LIGUA_2003_127	06-Jun-03	0	0	1,5	acciones	0,33	LA LIGUA	47,03	144,36
LA LIGUA_2003_140	03-Jul-03	0	0	1,5	acciones	0,33	LA LIGUA	58,99	181,00
LA LIGUA_2003_174	08-Sep-03			3,3	Acciones	0,70	LA LIGUA	295,46	421,52
LA LIGUA_2003_174	08-Sep-03			3,3	Acciones	0,70	LA LIGUA	295,46	421,52
LA LIGUA_2003_239	02-Oct-03	0	0	2,5	acciones	0,54	LA LIGUA	135,71	251,00
LA LIGUA_2003_238	22-Oct-03			2,8	Acciones	0,60	LA LIGUA	117,85	197,66
LA LIGUA_2004_13	03-Nov-03	0	0	5,9	ACCIONES	1,27	LA LIGUA	47,10	37,11
LA LIGUA_2004_18	03-Nov-03	0	0	4,3	ACCIONES	0,92	LA LIGUA	58,88	64,08
LA LIGUA_2004_189	03-Nov-03	0	0	5,9	ACCIONES	1,27	LA LIGUA	47,10	37,11
LA LIGUA_2004_23	19-Dic-03	0	0	7,4	ACCIONES	1,59	LA LIGUA	59,03	37,09
LA LIGUA_2004_20	23-Dic-03	0	0	0,5	ACCIONES	0,11	LA LIGUA	29,53	276,35
LA LIGUA_2004_133	22-Ene-04	0	0	14,0	ACCIONES	2,99	LA LIGUA	331,68	110,86
LA LIGUA_2004_34	28-Ene-04	0	0	2,2	ACCIONES	0,46	LA LIGUA	59,26	128,57
LA LIGUA_2005_226	06-Feb-04	0	0	0,7	ACCIONES	0,15	LA LIGUA	1.186,28	7.962,05
LA LIGUA_2004_71	22-Mar-04	0	0	12,7	ACCIONES	2,71	LA LIGUA	178,35	65,81
LA LIGUA_2004_125	26-Mar-04	0	0	0,5	ACCIONES	0,10	LA LIGUA	29,73	289,79
LA LIGUA_2004_76	15-Abr-04	0	0	5,0	ACCIONES	1,07	LA LIGUA	950,44	889,51
LA LIGUA_2004_79	26-Abr-04	0	0	14,0	ACCIONES	2,99	LA LIGUA	2.574,31	860,45
LA LIGUA_2004_130	26-Abr-04	0	0	3,6	ACCIONES	0,77	LA LIGUA	2.942,06	3.828,49
LA LIGUA_2004_105	14-May-04	0	0	4,6	ACCIONES	0,98	LA LIGUA	59,18	60,54
LA LIGUA_2004_106	14-May-04	0	0	5,0	ACCIONES	1,07	LA LIGUA	887,63	830,72
LA LIGUA_2004_113	25-May-04	0	0	1,0	ACCIONES	0,21	LA LIGUA	118,18	553,03
LA LIGUA_2004_112	01-Jun-04	0	0	1,0	ACCIONES	0,21	LA LIGUA	413,27	1.933,87
LA LIGUA_2004_139	04-Jun-04	0	0	3,0	ACCIONES	0,64	LA LIGUA	88,52	137,62
LA LIGUA_2004_126	25-Jun-04	0	0	5,7	ACCIONES	1,23	LA LIGUA	196,23	160,08
LA LIGUA_2004_152	05-Ago-04	0	0	5,9	ACCIONES	1,27	LA LIGUA	46,78	36,86
LA LIGUA_2004_167	27-Ago-04	0	0	3,0	ACCIONES	0,64	LA LIGUA	490,41	764,95
LA LIGUA_2004_211	12-Nov-04	0	0	3,0	ACCIONES	0,64	LA LIGUA	487,42	760,28
LA LIGUA_2005_3	10-Dic-04	0	0	0,5	ACCIONES	0,11	LA LIGUA	86,80	812,31
LA LIGUA_2004_223	21-Dic-04	0	0	1,0	ACCIONES	0,21	LA LIGUA	161,85	757,35

LLAVE	Fecha de la Transacciones	Participa Empresa de Servicios Sanitarios (1=si 0=no)	Parentesco ( 1 =si, 0 =no)	Caudal Transado	Unidades del caudal	Caudal en l/s	Mercado del Agua de la fuente	moneda_UF	tr_valor_agua_cruda UF/l/s
LA LIGUA_2004_224	21-Dic-04	0	0	1,0	ACCIONES	0,21	LA LIGUA	161,85	757,35
LA LIGUA_2005_4	27-Dic-04	0	0	0,5	ACCIONES	0,12	LA LIGUA	231,08	2.002,42
LA LIGUA_2005_6	07-Ene-05	0	0	2,0	ACCIONES	0,43	LA LIGUA	323,16	756,11
LA LIGUA_2005_7	07-Ene-05	0	0	2,0	ACCIONES	0,43	LA LIGUA	323,16	756,11
LA LIGUA_2005_8	07-Ene-05	0	0	2,0	ACCIONES	0,43	LA LIGUA	323,16	756,11
LA LIGUA_2005_24	04-Feb-05	0	0	5,5	ACCIONES	1,18	LA LIGUA	231,56	197,02
LA LIGUA_2005_48	18-Mar-05	0	0	2,0	ACCIONES	0,43	LA LIGUA	325,47	761,51
LA LIGUA_2005_50	24-Mar-05	0	0	3,0	ACCIONES	0,64	LA LIGUA	197,64	308,29
LA LIGUA_2005_56	24-Mar-05	0	0	1,8	ACCIONES	0,38	LA LIGUA	174,39	453,37
LA LIGUA_2005_47	29-Mar-05	0	0	2,0	ACCIONES	0,43	LA LIGUA	325,58	761,78
LA LIGUA_2005_58	06-Abr-05	0	0	2,0	ACCIONES	0,43	LA LIGUA	325,67	761,97
LA LIGUA_2005_67	12-Abr-05	0	0	1,0	ACCIONES	0,21	LA LIGUA	5,81	27,20
LA LIGUA_2005_68	26-Abr-05	0	0	5,0	ACCIONES	1,07	LA LIGUA	811,49	759,47
LA LIGUA_2005_77	02-May-05	0	0	1,8	ACCIONES	0,39	LA LIGUA	86,84	223,53
LA LIGUA_2005_85	17-May-05	0	0	0,2	ACCIONES	0,03	LA LIGUA	5,77	168,69
LA LIGUA_2005_89	06-Jun-05	0	0	0,2	ACCIONES	0,04	LA LIGUA	34,41	805,07
LA LIGUA_2005_127	09-Jun-05	0	0	3,4	ACCIONES	0,73	LA LIGUA	343,79	474,14
LA LIGUA_2005_104	08-Jul-05	0	0	2,1	ACCIONES	0,44	LA LIGUA	332,42	748,57
LA LIGUA_2005_103	13-Jul-05	0	0	1,0	ACCIONES	0,21	LA LIGUA	159,87	748,11
LA LIGUA_2005_141	24-Ago-05	0	0	1,0	ACCIONES	0,21	LA LIGUA	158,86	743,36
LA LIGUA_2005_142	31-Ago-05	0	0	1,0	ACCIONES	0,21	LA LIGUA	158,64	742,36
LA LIGUA_2005_151	14-Sep-05	0	0	1,5	ACCIONES	0,32	LA LIGUA	169,59	529,07
LA LIGUA_2005_220	18-Nov-05	0	0	2,0	ACCIONES	0,43	LA LIGUA	312,19	730,45
LA LIGUA_2005_221	30-Nov-05	0	0	12,1	ACCIONES	2,58	LA LIGUA	556,38	215,65
LA LIGUA_2004_26	19-Dic-03	0	0	0,7	ACCIONES	0,14	LA LIGUA	295,16	2.073,89
LA LIGUA_2006_42	28-Feb-06	0	0	8,5	ACCIONES	1,82	LA LIGUA	390,57	215,02
LA LIGUA_2006_71	26-Ene-06	0	0	1,7	ACCIONES	0,35	LA LIGUA	27,88	78,59
LA LIGUA_2006_161	11-Abr-06	0	0	7,9	ACCIONES	1,70	LA LIGUA	474,39	279,59
LA LIGUA_2006_167	31-Mar-06	0	0	0,6	ACCIONES	0,12	LA LIGUA	55,82	474,90
MEDIANA =								219,59	
TOTAL DATOS =								106,00	

**Cuadro 1.2**  
**Transacciones de Derechos de agua superficiales del río Petorca**

LLAVE	Fecha de la Transacciones	Participa Empresa de Servicios Sanitarios (1=si 0=no)	Parentesco ( 1 =si, 0 =no)	Caudal Transado	Unidades del caudal	Caudal en l/s	Mercado del Agua de la fuente	moneda_ UF	tr_valor_agua_cruda UF//s
LA LIGUA_2001_74	14-Nov-97	0	0	4,752	acciones	2,5	PETORCA	53,8	21,22
LA LIGUA_1999_9	12-Ago-98	0	0	1	acciones	0,5	PETORCA	69,5	130,30
PETORCA_1999_19	18-Nov-99	0	0	0,19	ACCIONES	0,2	PETORCA	0,0	0,00
PETORCA_2000_7	19-Nov-99	0	0	16	acciones	8,5	PETORCA	266,6	31,24
PETORCA_2000_8	16-Dic-99	0	0	3	acciones	1,6	PETORCA	6,6	4,15
LA LIGUA_2000_5	27-Dic-99	0	0	1,14	acciones	0,6	PETORCA	66,4	109,20
PETORCA_2000_23	05-Jun-00	0	0	3	acciones	1,6	PETORCA	64,9	40,55
PETORCA_2000_26	06-Jun-00	0	0	10	ACCIONES	10,0	PETORCA	0,1	0,01
PETORCA_2000_29	30-Jun-00	0	0	8	acciones	4,3	PETORCA	9,7	2,28
PETORCA_2000_21	30-Jun-00	0	0	8	ACCIONES	8,0	PETORCA	9,7	1,21
LA LIGUA_2002_103	06-Jul-00	0	1	2,6	acciones	1,4	PETORCA	19,4	14,00
LA LIGUA_2000_131	06-Jul-00	0	1	1,3	acciones	0,7	PETORCA	19,4	28,00
LA LIGUA_2000_123	07-Jul-00	0	0	1,88	acciones	1,0	PETORCA	32,4	32,27
PETORCA_2000_30	10-Jul-00	0	0	8	acciones	4,3	PETORCA	11,0	2,58
PETORCA_2000_34	11-Jul-00	0	0	0,69	acciones	0,4	PETORCA	194,1	527,40
PETORCA_2000_32	27-Jul-00	0	0	8	acciones	4,3	PETORCA	12,9	3,03
PETORCA_2000_42	01-Ago-00	0	0	0,35	acciones	0,2	PETORCA	3,2	17,31
PETORCA_2000_33	17-Ago-00	0	0	0,73	acciones	0,4	PETORCA	64,6	165,81
PETORCA_2000_44	30-Ago-00	0	0	0,5	acciones	0,3	PETORCA	6,5	24,20
PETORCA_2000_45	22-Sep-00	0	1	135,5	acciones	72,3	PETORCA	6,4	0,09
LA LIGUA_2000_176	29-Sep-00	0	0	1,76	acciones	0,9	PETORCA	32,2	34,29
PETORCA_2000_39	06-Oct-00	0	0	12,48	acciones	6,7	PETORCA	193,0	29,00
PETORCA_2001_14	29-Nov-00	0	0	1	acciones	0,5	PETORCA	31,8	59,70
PETORCA_2001_2	12-Ene-01	0	0	8	acciones	4,3	PETORCA	19,0	4,45
PETORCA_2001_1	12-Ene-01	0	0	0,3	l/s	0,3	PETORCA	6,3	21,12
PETORCA_2001_16	28-Sep-01	0	0	15	l/s	15,0	PETORCA	932,5	62,16

LLAVE	Fecha de la Transacciones	Participa Empresa de Servicios Sanitarios (1=si 0=no)	Parentesco ( 1 =si, 0 =no)	Caudal Transado	Unidades del caudal	Caudal en l/s	Mercado del Agua de la fuente	moneda_UF	tr_valor_agua_cruda UF/l/s
PETORCA_2001_15	28-Sep-01	0	0	19,50	ACCIONES	19,5	PETORCA	0,1	0,00
PETORCA_2001_19	28-Sep-01	0	0	15	l/s	15,0	PETORCA	0,1	0,00
LA LIGUA_2001_217	11-Oct-01	0	0	2,86	acciones	1,5	PETORCA	92,9	60,93
LA LIGUA_2002_17	12-Dic-01	0	0	475	ACCIONES	475,0	PETORCA	0,0	0,00
LA LIGUA_2002_49	12-Feb-02	0	0	14,02	ACCIONES	14,0	PETORCA	0,1	0,00
LA LIGUA_2002_102	19-Jun-02	0	1	2,6	acciones	1,4	PETORCA	214,1	154,39
PETORCA_2002_9	07-Ago-02	0	0	1,38	acciones	0,7	PETORCA	61,2	83,13
LA LIGUA_2002_182	24-Sep-02	0	0	0,804	ACCIONES	0,8	PETORCA	0,0	0,00
PETORCA_2002_20	05-Dic-02	0	0	31,375	acciones	16,7	PETORCA	0,3	0,02
PETORCA_2002_21	05-Dic-02	0	0	31,375	acciones	16,7	PETORCA	0,3	0,02
PETORCA_2003_1	01-Ene-03			3,5	acc	1,9	PETORCA	418,1	223,98
PETORCA_2003_9	02-Ene-03			4,5	acc	2,4	PETORCA	59,7	24,89
PETORCA_2003_10	03-Ene-03			4,5	acc	2,4	PETORCA	59,7	24,89
PETORCA_2003_14	04-Ene-03			8	acc	4,3	PETORCA	238,9	56,00
LA LIGUA_2003_107	04-Jun-03	0	0	1,56	acciones	0,8	PETORCA	117,6	141,33
LA LIGUA_2003_162	11-Jul-03	0	0	5,333	acciones	2,8	PETORCA	11,8	4,15
LA LIGUA_233	25-09-2003			5	acc	2,7	PETORCA	117,7	44,15
PETORCA_2003_40	08-Oct-03	0	0	1	acciones	0,5	PETORCA	5,9	11,06
PETORCA_2003_41	08-Oct-03	0	0	1	acciones	0,5	PETORCA	5,9	11,06
LA LIGUA_2003_264	29-Nov-03	0	0	23	acciones	12,3	PETORCA	70,7	5,77
PETORCA_2004_1	02-Ene-04	0	0	2	ACCIONES	1,1	PETORCA	59,1	55,77
LA LIGUA_2004_67	12-Ene-04	0	0	0,3125	ACCIONES	0,2	PETORCA	11,8	71,45
LA LIGUA_2004_65	05-Feb-04	0	0	1,47	ACCIONES	0,8	PETORCA	59,3	76,12
PETORCA_2004_5	06-Feb-04	0	0	1	ACCIONES	0,5	PETORCA	29,7	55,96
PETORCA_2004_11	19-May-04	0	0	17	l/s	17,0	PETORCA	1.478,4	86,97
PETORCA_2004_12	19-May-04	0	0	8	ACCIONES	4,2	PETORCA	295,7	69,74
LA LIGUA_2004_119	11-Jun-04	0	0	1,02	ACCIONES	0,5	PETORCA	117,9	218,12

LLAVE	Fecha de la Transacciones	Participa Empresa de Servicios Sanitarios (1=si, 0=no)	Parentesco ( 1 =si, 0 =no)	Caudal Transado	Unidades del caudal	Caudal en l/s	Mercado del Agua de la fuente	moneda_UF	tr_valor_agua_cruda UF/l/s
PETORCA_2004_34	20-Sep-04	0	0	33	l/s	33,0	PETORCA	1.514,5	45,89
PETORCA_2005_2	16-Feb-05	0	0	0,2	ACCIONES	0,1	PETORCA	2,9	27,35
PETORCA_2005_13	19-May-05	0	0	0,22	ACCIONES	0,1	PETORCA	5,8	49,44
PETORCA_2005_21	09-Jun-05	0	0	33	l/s	33,0	PETORCA	2.079,9	63,03
PETORCA_2005_35	08-Sep-05	0	0	0,46	ACCIONES	0,2	PETORCA	5,7	23,20
LA LIGUA_2006_69	26-Ene-06	0	0	7,20	ACCIONES	3,8	PETORCA	55,8	14,61
LA LIGUA_2006_70	26-Ene-06	0	0	1,00	ACCIONES	0,5	PETORCA	27,9	52,60
PETORCA_2006_22	14-Feb-06	0	0	0,59	ACCIONES	0,3	PETORCA	27,9	89,26
LA LIGUA_2003_162				13,333	l/s	13,3	PETORCA	413,2	30,99
								MEDIANA = 45,89	
								TOTAL DATOS = 37,00	



Cuadro 1.3

## Transacciones de Derechos de agua subterráneas – Acuíferos del río La Ligua

LLAVE	Fecha de la Transacciones	Participa Empresa de Servicios Sanitarios (1=si 0=no)	Parentesco ( 1 =si, 0 =no)	Caudal Transado	Unidades del caudal	Caudal en l/s	Mercado del Agua de la fuente		moneda_UF	tr_valor_agua_cruda UF/l/s
LA LIGUA_2001_189	20-Jul-01	0	1	4,5	l/s	4,5	LA LIGUA	280,8		62,39
LA LIGUA_2001_211	08-Oct-01	0	0	7	l/s	7	LA LIGUA	930,0		132,86
LA LIGUA_2001_215	11-Oct-01	0	0	20	l/s	20	LA LIGUA	2.788,0		139,40
LA LIGUA_2001_250	25-Oct-01	0	0	2	l/s	2	LA LIGUA	123,5		61,76
LA LIGUA_2001_249	14-Dic-01	0	0	80	l/s	80	LA LIGUA	307,5		3,84
LA LIGUA_2003_15	04-Feb-02	0	0	50	l/s	40	LA LIGUA	2.157,6		53,94
LA LIGUA_2002_118	03-May-02	0	0	1,35	l/s	1,35	LA LIGUA	61,5		45,55
LA LIGUA_2003_17	24-May-02	0	0	0,6	l/s	0,6	LA LIGUA	18,4		30,66
LA LIGUA_2002_120	14-Jun-02	0	0	20,8	l/s	20,8	LA LIGUA	244,7		11,76
LA LIGUA_2002_116	25-Jun-02	0	0	10	l/s	10	LA LIGUA	489,2		48,92
LA LIGUA_2002_117	25-Jun-02		0	10	l/s	10	LA LIGUA	0,0		0,00
LA LIGUA_2003_83	16-Jul-02	0	0	5	l/s	5	LA LIGUA	305,7		61,14
LA LIGUA_2003_84	16-Jul-02	0	0	8	l/s	8	LA LIGUA	489,1		61,14
LA LIGUA_2002_154	25-Jul-02	0	0	13,4	l/s	13,4	LA LIGUA	611,6		45,64
LA LIGUA_2002_143	07-Ago-02	0	0	0,4	l/s	0,4	LA LIGUA	24,5		61,18
LA LIGUA_2003_2	30-Oct-02	0	1	0,6	l/s	0,6	LA LIGUA	18,1		30,19
LA LIGUA_2003_26	04-Ene-03	0	0	0,3	l/s	0,3	LA LIGUA	17,9		59,73
LA LIGUA_2003_52	09-Ene-03	0	0	1,908	l/s	1,908	LA LIGUA	29,9		15,66
LA LIGUA_2003_53	09-Ene-03	0	0	1,908	l/s	1,9	LA LIGUA	29,9		15,66
LA LIGUA_2003_54	09-Ene-03	0	0	1,908	l/s	1,9	LA LIGUA	29,9		15,66
LA LIGUA_2003_55	09-Ene-03	0	0	1,908	l/s	1,9	LA LIGUA	29,9		15,66
LA LIGUA_2003_20	30-Ene-03	0	0	3,5	l/s	3,5	LA LIGUA	479,2		136,92
LA LIGUA_2003_49	13-Mar-03	0	1	3	l/s	3,0	LA LIGUA	59,9		19,95
LA LIGUA_2003_87	09-May-03	0	1	18	l/s	18,0	LA LIGUA	56.274,5		3.126,36
LA LIGUA_2003_121	13-May-03	0	0	0,07541	l/s	0,1	LA LIGUA	93,8		1.243,64
LA LIGUA_2003_155	18-Jul-03	0	0	4,11	l/s	4,1	LA LIGUA	528,3		128,54
LA LIGUA_2004_11	03-Oct-03	0	0	28	l/s	28,0	LA LIGUA	3.716,9		132,75
LA LIGUA_2003_234	30-Oct-03	0	0	10	l/s	10,0	LA LIGUA	1.372,5		137,25
LA LIGUA_2004_12	26-Nov-03	0	0	12	l/s	12,0	LA LIGUA	1.591,0		132,58
LA LIGUA_2004_31	26-Ene-04	0	0	10,00	l/s	10,0	LA LIGUA	296,3		29,63
LA LIGUA_2004_62	19-Mar-04	0	0	4,00	l/s	4,0	LA LIGUA	356,7		89,18
LA LIGUA_2004_78	21-Abr-04	0	0	3,00	l/s	3,0	LA LIGUA	534,2		178,07
LA LIGUA_2004_80	26-Abr-04	0	0	13,00	l/s	13,0	LA LIGUA	2.120,5		163,12
LA LIGUA_2004_104	11-May-04	0	0	37,50	l/s	37,5	LA LIGUA	6.659,8		177,59
LA LIGUA_2004_163	06-Ago-04	0	0	80,2	Acc. y l/s	80,2	LA LIGUA	2.143,2		26,72
LA LIGUA_2004_197	09-Sep-04	0	0	16	l/s	16,0	LA LIGUA	1.767,4		110,46
LA LIGUA_2005_63	11-Abr-05	0	0	23,33	l/s	23,3	LA LIGUA	406,9		17,44
LA LIGUA_2005_87	05-May-05	0	0	72,8	Acc.y l/s	72,8	LA LIGUA	2.033,1		27,93
LA LIGUA_2005_93	19-May-05	0	0	40	l/s	40,0	LA LIGUA	5.188,2		129,71
LA LIGUA_2005_145	05-Sep-05	0	0	6	l/s	6,0	LA LIGUA	94,3		15,72
LA LIGUA_2005_170	15-Sep-05	0	0	10	l/s	10,0	LA LIGUA	2.543,7		254,37

LLAVE	Fecha de la Transacciones	Participa Empresa de Servicios Sanitarios (1=si 0=no)	Parentesco ( 1 =si, 0 =no)	Caudal Transado	Unidades del caudal	Caudal en l/s	Mercado del Agua de la fuente	moneda_UF	tr_valor_agua_cruda UF/l/s
LA LIGUA_2006_13	05-Ene-06	0	0	13,80	l/s	13,8	LA LIGUA	2.688,0	194,78
LA LIGUA_2006_21	11-Ene-06	0	0	0,60	l/s	0,6	LA LIGUA	55,9	93,23
LA LIGUA_2006_43	08-Feb-06	0	0	13,80	l/s	13,8	LA LIGUA	223,3	16,18
LA LIGUA_2006_47	06-Mar-06	0	0	7,00	l/s	7,0	LA LIGUA	1.115,7	159,38
MEDIANA =									53,94
TOTAL									
DATOS =									45,00

Cuadro 1.4

## Transacciones de Derechos de agua subterráneas – Acuíferos del río Petorca

LLAVE	Fecha de la Transacciones	Participa Empresa de Servicios Sanitarios (1=si, 0=no)	Parentesco (1=si, 0=no)	Caudal Transado	Unidades del caudal	Caudal en l/s	Mercado del Agua de la fuente	moneda_UF	tr_valor_agua_cruda UF/l/s
PETORCA_2001_5	19-Abr-02		0	15,0	l/s	15	PETORCA	0,03	0,00
LA LIGUA_2002_92	31-May-02	0	0	20,0	l/s	20	PETORCA	1.837,69	91,88
PETORCA_2002_6	12-Jun-02	0	0	24,0	l/s	24	PETORCA	5.873,22	244,72
LA LIGUA_2002_121	28-Jun-02	0	0	7,0	l/s	7	PETORCA	428,03	61,15
LA LIGUA_2002_123	02-Jul-02	0	0	14,0	l/s	14	PETORCA	855,94	61,14
LA LIGUA_2002_122	09-Jul-02	0	0	28,0	l/s	28	PETORCA	1.711,48	61,12
PETORCA_2003_46	13-Sep-02	0	0	1,0	l/s	1	PETORCA	182,73	182,73
PETORCA_2005_29	17-Sep-02	0	0	12,4	l/s	12,4	PETORCA	4.261,38	343,66
PETORCA_2004_27	26-Jun-03	0	0	23,2	l/s	23,2	PETORCA	2.357,3	101,61
LA LIGUA_2003_266	29-Nov-03	0	0	55,0	l/s	55	PETORCA	471,5	8,57
PETORCA_2004_4	28-Ene-04	0	0	28,0	l/s	28	PETORCA	547,6	19,56
PETORCA_2004_13	29-Jun-04	0	0	3,0	l/s	3	PETORCA	440,9	146,95
PETORCA_2004_17	05-Jul-04	0	0	2,0	l/s	2	PETORCA	293,6	146,81
PETORCA_2004_18	05-Jul-04	0	0	8,0	l/s	8	PETORCA	1.174,5	146,81
PETORCA_2004_19	30-Jul-04	0	0	9,0	l/s	9	PETORCA	2.926,3	325,14
PETORCA_2004_20	30-Jul-04	0	0	2,0	l/s	2	PETORCA	2.926,3	1.463,14
PETORCA_2004_21	30-Jul-04	0	0	2,0	l/s	2	PETORCA	2.926,3	1.463,14
PETORCA_2004_36	06-Dic-04	0	0	19,0	l/s	19	PETORCA	1.099,8	57,89
PETORCA_2005_5	22-Mar-05	0	0	4,0	l/s	4	?Pet	465,0	116,25
PETORCA_2005_10	29-Abr-05	0	0	3,5	l/s	3,5	?Pet	57,9	16,55
PETORCA_2005_24	17-Jun-05	0	0	4,0	l/s	4	PETORCA	11,5	2,86
PETORCA_2005_22	13-Jul-05	0	0	5,0	l/s	5	?Pet	285,5	57,10
PETORCA_2005_23	13-Jul-05	0	0	10,0	l/s	10	?Pet	856,5	85,65
LA LIGUA_2006_6	16-Ene-06	0	0	10,0	l/s	10	PETORCA	167,1	16,71
LA LIGUA_2006_10	23-Ene-06	0	0	10,0	l/s	10	PETORCA	1.477,1	147,71
MEDIANA =									91,88
TOTAL									
DATOS =									25,00

## ANEXO 2

### *Cálculo Factores de conversión de acciones a litro/segundo*<sup>34</sup>

#### Anexo 2.1.- Río La Ligua

Cuadro Resumen por sector Cuenca del Río La Ligua

Sectores	Canales	Usuarios	Total Usuarios	Acciones	Total Acciones
Sector 1	Asociación de Canalistas Canal Alicahue	2	2	480,00	480,00
Sector 2	Asociación de Canalistas Canal Alicahue	89	89	1869,25	1869,25
Sector 3	Asociación de Canalistas Canal Alicahue	153	153	1049,88	1049,88
Sector 4	Comunidad de Aguas "Canal Coltahues"	5	74	30,00	381,91
	Comunidad de Aguas "Canal Serrano"	27		41,33	
	Comunidad de Aguas "Canal Toma Ño-Polo"	5		145,00	
	Comunidad de Aguas "Canal El Sauce"	17		82,38	
	Comunidad de Aguas "Canal Las Cardas o La Bomba"	20		83,20	
Sector 5	Comunidad de Aguas "Canal Los Arrayanes"	25	59	44,32	160,63
	Comunidad de Aguas "Canal El Quemado"	5		52,00	
	Comunidad de Aguas "Canal El Sauce"	29		64,31	
Sector 6	Comunidad de Aguas "Canal Del Bajo o del Hambre"	50	168	90,47	150,94
	Comunidad de Aguas "Canal La Laja"	118		60,47	
Sector 7	Comunidad de Aguas "Canal Montegrande"	59	94	97,10	303,65
	Comunidad de Aguas "Canal La Laja"	35		206,55	
Sector 8	Comunidad de Aguas "Canal Las Garzas"	8	152	168,00	5080,29
	Comunidad de Aguas "Canal Pozo Las Garzas"	4		48,09	
	Comunidad de Aguas "Canal Montegrande"	36		116,20	
	Comunidad de Aguas "Canal La Palma"	104		4748,00	
Sector 9	Comunidad de Aguas "Canal Las Diucas"	2	2	17,80	17,8
Sector 10	Comunidad de Aguas "Canal La Pirca"	5	548	11,00	5708,43
	Comunidad de Aguas "Canal Aguas Claras"	19		47,85	
	Comunidad de Aguas "Canal El Monte"	14		49,90	
	Comunidad de Aguas "Canal Montegrande"	130		68,63	
	Comunidad de Aguas "Canal La Palma"	144		5241,83	
	Comunidad de Aguas "Canal Los Loros de la Ligua"	29		160,67	
Sector 11	Comunidad de Aguas "Canal Valle Hermoso"	207	81	128,55	34,16
	Comunidad de Aguas "Canal Toma Liguenses Oriente"	8		1,56	
	Comunidad de Aguas "Canal Toma Piedra Grande"	13		7,00	
	Comunidad de Aguas "Canal Toma Represita"	30		11,05	
	Comunidad de Aguas "Canal Toma Liguenses Poniente"	15		4,85	
Sector 12	Comunidad de Aguas "Canal Toma Puntilla"	15	589	9,70	1528,37
	Comunidad de Aguas "Canal Del Tranque"	4		12,00	
	Comunidad de Aguas "Canal Vertiente Prieto"	9		0,75	
	Comunidad de Aguas "Canal Comunero"	108		245,28	
	Comunidad de Aguas "Canal Bomba Maitenal"	11		63,50	
	Comunidad de Aguas "Canal Lobino"	39		112,90	
	Comunidad de Aguas "Canal Aguas Claras"	18		45,70	
	Comunidad de Aguas "Canal Pullally o Illalolén"	258		662,71	
	Comunidad de Aguas "Canal Las Salinas"	49		186,55	
	Comunidad de Aguas "Canal Ex-Salineros"	5		53,80	
Sector 13	Comunidad de Aguas "Canal Quebradilla"	97	99	277,35	279,95
	Comunidad de Aguas "Canal Las Bombas de Quebradilla"	2		2,60	
Total		2110	2110	17045	17045

<sup>34</sup> ESVAL- HIDROGESTION: "Estudio de Valorización de Agua Cruda, Contrato 8/04-P. Asesoría Técnica". Septiembre 2004.

# CAUDALES MENSUALES MEDIDOS Y SIMULADOS

Estadística Fluviométrica  
Estación: Ligua en Quínquimo

Caudales Simulados Modelo Operacional del Sistema  
Simulación: Nodo N15, valle del río La Ligua

	MESES													
Año	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual	
1970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1971	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1972	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1973	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1974	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1975	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1976	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1977	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1979	-	0.78	0.72	0.76	1.42	2.17	0.00	0.00	0.07	-	-	-		
1980	1.73	0.57	0.45	5.92	4.26	1.00	4.09	3.17	1.58	0.15	0.08	0.05	1.92	
1981	0.07	2.57	3.12	2.09	1.51	0.76	0.36	0.18	0.04	0.03	0.04	0.03	0.90	
1982	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1983	-	0.92	2.62	12.90	6.75	4.54	3.74	3.97	1.57	0.24	0.10	0.04	3.40	
1984	0.07	0.29	0.52	35.00	13.10	13.20	15.30	8.81	5.68	1.63	0.77	0.73	7.93	
1985	1.57	1.99	1.90	1.98	1.46	0.44	0.29	0.14	0.09	0.04	0.01	0.01	0.83	
1986	0.01	4.32	10.30	3.63	2.09	1.23	0.23	0.10	0.06	0.08	0.12	0.04	1.85	
1987	0.06	0.39	0.79	0.58	0.50	19.30	17.90	17.60	11.60	4.74	2.65	1.97	6.51	
1988	1.82	1.62	2.18	1.91	2.54	1.01	0.11	0.07	0.04	0.03	0.04	0.02	0.95	
1989	0.04	0.07	0.08	0.69	3.28	1.03	0.68	0.37	0.19	0.17	0.05	0.05	0.56	
1990	0.08	0.08	0.09	0.11	0.15	0.14	0.14	0.05	0.03	0.00	0.01	0.02	0.08	
1991	0.01	0.05	1.59	3.37	1.94	2.08	1.07	1.75	0.59	0.11	0.07	0.03	1.05	
1992	0.10	1.71	19.70	4.53	3.88	6.84	4.20	2.73	0.54	0.04	0.04	0.07	3.70	
1993	0.15	4.35	2.38	1.95	1.30	1.21	0.31	0.07	-	-	-	-		
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1995	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1999	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Prom	0,48	1,41	3,32	5,39	3,16	3,93	3,46	2,79	1,70	0,60	0,33	0,26	2,47
Des St	0,75	1,47	5,37	9,12	3,34	5,65	5,80	4,92	3,35	1,38	0,76	0,58	2,49

Total acciones 17045

l/s/acc 0,145

	MESES												
Año	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
1970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1971	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1972	0,12	0,07	9,35	2,54	7,26	6,05	1,30	0,79	1,20	0,28	0,15	0,15	2,44
1973	0,11	2,84	2,11	4,67	0,51	0,29	1,58	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	1,07
1974	0,11	2,83	10,16	2,96	0,65	1,45	0,16	0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	1,60
1975	0,13	1,34	0,23	7,53	3,57	0,14	0,15	0,17	0,15	0,15	0,15	0,14	1,15
1976	0,11	0,06	0,84	0,06	0,10	0,15	0,29	0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,21
1977	0,11	0,07	1,82	12,61	7,85	3,33	5,38	3,59	0,54	0,16	0,15	0,15	2,98
1978	0,11	0,31	1,68	18,15	5,10	7,01	5,08	7,88	0,65	0,51	0,17	0,15	3,90
1979	1,09	0,72	0,27	3,32	0,86	1,43	0,15	0,18	0,15	0,15	0,15	0,14	0,72
1980	2,46	1,04	2,87	10,04	1,99	8,67	3,76	0,80	0,27	0,16	0,15	0,15	2,70
1981	0,11	12,67	5,99	1,46	0,27	0,13	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,18	1,79
1982	0,11	3,96	10,91	15,65	17,93	13,06	6,86	6,37	8,26	0,99	0,21	0,21	7,04
1983	0,63	1,88	7,67	10,81	7,41	2,83	4,02	1,78	0,34	0,15	0,15	0,16	3,15
1984	0,11	2,83	0,82	30,62	27,81	16,92	15,31	8,85	3,32	0,82	0,46	0,78	9,05
1985	0,50	1,38	0,64	4,45	0,18	0,13	0,17	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,68
1986	0,12	8,39	6,99	0,68	6,38	0,87	0,80	1,74	0,16	0,15	0,15	0,15	2,21
1987	0,12	2,14	0,96	56,48	94,43	55,68	36,46	29,11	20,38	5,54	1,76	0,71	25,31
1988	0,38	0,69	1,98	2,00	3,76	0,13	0,15	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,82
1989	0,12	0,37	0,05	5,52	4,93	0,30	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	1,02
1990	0,11	0,07	0,05	0,78	0,09	0,15	0,17	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,18
1991	0,12	0,08	10,63	4,08	0,57	4,17	0,79	0,38	0,17	0,15	0,15	0,19	1,79
1992	0,13	9,07	29,33	24,64	17,38	8,34	4,26	1,83	0,19	0,16	0,15	0,15	7,97
1993	1,33	4,14	1,78	2,83	3,07	0,51	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	1,21
1994	0,11	1,19	0,27	3,29	0,10	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,50
1995	0,13	0,06	1,79	3,06	2,37	0,14	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,70
1996	0,13	0,07	0,06	1,79	0,10	0,13	0,16	0,14	0,15	0,13	0,11	0,10	0,26
1997	0,07	8,89	44,86	54,14	52,03	36,86	22,39	10,02	5,96	2,19	0,57	0,22	19,85
1998	0,78	0,99	1,55	0,35	0,22	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,15	0,41
1999	0,12	0,08	2,08	0,31	3,54	8,30	0,52	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	1,31
2000	0,12	0,12	18,10	7,20	3,82	9,27	2,98	1,03	0,19	0,15	0,15	0,15	3,61

Prom	0,33	2,36	6,06	10,07	9,46	6,44	3,93	2,65	1,52	0,47	0,23	0,19	3,64
Des St	0,52	3,30	9,89	14,56	19,61	12,16	7,98	5,83	4,08	1,06	0,31	0,16	5,76

Total acciones 17045

l/s/acc 0,214

## **Anexo 2.2.- Río Petorca**

**Cuadro Resumen por sector Cuenca del Río Petorca**

Sector	Canales	Usuarios	Total usuarios	Acciones	Total acciones
Sector 1	Comunidad de Aguas "Canal Los Comunes de Chalaco"	1	35	100,00	231,78
	Comunidad de Aguas "Canal Potrero Seco"	10		38,80	
	Comunidad de Aguas "Canal Valle Los Olmos"	4		6,10	
	Comunidad de Aguas "Canal La Chacra"	2		15,48	
	Comunidad de Aguas "Canal Hacienda Chalaco"	3		40,00	
	Comunidad de Aguas "Canal Calle Larga"	13		15,40	
Sector 2	Comunidad de Aguas "Canal La Puntilla"	2	131	16,00	269,90
	Comunidad de Aguas "Canal Guayacán"	2		39,00	
	Comunidad de Aguas "Canal Valle Los Olmos"	84		89,60	
	Comunidad de Aguas "Canal Vieira"	3		49,00	
	Comunidad de Aguas "Canal La Puntilla"	2		1,30	
	Comunidad de Aguas "Canal Junta de los Ríos"	28		32,00	
Sector 3	Asociación de Canalistas Canal Chincolco	12	267	59,00	1606,45
	Comunidad de Aguas "Canal Chimba Norte"	15		31,80	
	Comunidad de Aguas "Canal Los Comunes de Chalaco"	10		38,90	
	Comunidad de Aguas "Canal Los Comunes"	26		49,80	
	Comunidad de Aguas "Canal La Mina"	2		4,00	
	Comunidad de Aguas "Canal Chimba Sur Oriente"	11		168,10	
	Comunidad de Aguas "Canal Vieira"	1		34,00	
	Comunidad de Aguas "Canal Polcura"	24		30,70	
Sector 4	Comunidad de Aguas "Canal Las Vegas"	19	290	101,15	224,02
	Asociación de Canalistas Canal Chincolco	159		1148,00	
	Comunidad de Aguas "Canal Bellavista"	6		2,56	
	Comunidad de Aguas "Canal Chimba Norte"	222		62,52	
Sector 5	Comunidad de Aguas "Canal Chimba Sur"	58	170	153,64	67,00
	Comunidad de Aguas "Canal Tablón Seco"	4		5,30	
	Comunidad de Aguas "Canal Zapallar"	24		29,90	
Sector 6	Comunidad de Aguas "Canal Hierro Viejo"	146	148	37,10	27,75
	Comunidad de Aguas "Canal Arbolito"	2		7,75	
Sector 7	Comunidad de Aguas "Canal Santa Julia o Canelilla"	146	35	20,00	260,00
	Comunidad de Aguas "Canal El Espino"	4		25,00	
	Comunidad de Aguas "Canal Las Palmas"	14		120,00	
	Comunidad de Aguas "Canal Santa Julia o Canelilla"	16		100,00	
Sector 8	Comunidad de Aguas "Canal El Quincal"	1	247	15,00	434,04
	Comunidad de Aguas "Canal Del Puente"	35		58,70	
	Comunidad de Aguas "Canal Santa Ana"	80		72,32	
	Comunidad de Aguas "Canal El Espino"	15		4,09	
	Comunidad de Aguas "Canal Artificio"	25		27,47	
	Comunidad de Aguas "Canal Donosino"	50		48,92	
	Comunidad de Aguas "Canal Barrancón"	8		2,94	
	Comunidad de Aguas "Canal El Nogal"	11		15,15	
Sector 9	Comunidad de Aguas "Canal San Ramón"	9	34	75,00	167,38
	Comunidad de Aguas "Canal El Quincal"	14		129,45	
	Comunidad de Aguas "Canal Donosino"	1		10,00	
Sector 10	Comunidad de Aguas "Canal Pichilemu"	29	185	120,98	405,21
	Comunidad de Aguas "Canal La Canela o El Lital"	4		36,40	
	Comunidad de Aguas "Canal La Calera"	2		1,30	
Sector 12	Comunidad de Aguas "Canal La Engorda"	95	261	211,65	964,11
	Comunidad de Aguas "Canal La Canela o El Lital"	88		192,26	
	Comunidad de Aguas "Canal Aguas Claras"	4		33,60	
	Comunidad de Aguas "Canal Pullancón"	23		107,85	
	Comunidad de Aguas "Canal La Arena o El Guindo"	11		268,10	
	Comunidad de Aguas "Canal San Manuel o Las Vegas"	71		157,40	
	Comunidad de Aguas "Canal Trapiche"	81		193,67	
	Comunidad de Aguas "Canal Vertiente La Piedra"	2		1,04	
	Comunidad de Aguas "Canal La Bomba"	10		20,40	
	Comunidad de Aguas "Canal Ramadilla"	14		52,00	
	Comunidad de Aguas "Canal El Alamo"	5	1803	25,00	4658
	Comunidad de Aguas "Canal La Engorda"	40		105,05	
		1803	1803	4658	4658

# CAUDALES MENSUALES MEDIDOS Y SIMULADOS

Estadística Fluviométrica

Estación: Petorca en Longotoma o Puente FF

Caudales Simulados Modelo Operacional del Sistema

Simulación: Nodo N14, valle del río Petorca

	MESES												
Año	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
1970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1971	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1972	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1973	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1974	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1975	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1976	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1977	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1979	-	0,30	0,33	0,10	0,17	0,33	0,18	0,09	0,07	0,04	0,01	0,01	0,15
1980	1,95	0,41	0,43	5,66	5,28	0,26	6,54	2,74	0,93	0,17	0,05	0,09	2,04
1981	0,12	0,39	1,88	1,21	0,75	0,27	0,08	0,17	0,11	0,06	0,05	0,02	0,43
1982	0,04	0,14	5,74	16,00	18,70	7,42	4,99	7,10	4,60	1,22	0,32	0,20	5,54
1983	0,23	0,35	1,73	-	7,14	4,20	5,34	4,70	0,51	0,08	0,07	0,07	2,22
1984	0,07	0,07	0,07	33,10	-	12,20	18,90	9,83	7,67	0,87	0,33	0,35	7,59
1985	0,31	0,90	0,94	1,20	1,00	0,64	0,41	0,35	0,26	0,16	0,07	0,05	0,52
1986	0,06	5,84	12,60	1,21	1,00	0,53	0,24	0,17	0,09	0,13	0,05	0,07	1,83
1987	0,02	-	0,06	0,07	-	18,00	19,60	23,80	12,50	4,29	1,97	1,54	8,19
1988	1,37	4,45	1,94	1,56	1,62	1,04	0,95	0,11	0,03	0,02	0,03	0,03	1,10
1989	0,03	0,05	0,05	0,13	2,35	1,48	0,50	0,49	-	-	-	-	0,64
1990	-	-	-	-	-	-	-	4,42	-	-	-	-	
1991	-	-	11,10	9,39	1,91	7,23	2,23	3,10	0,59	0,16	0,08	0,06	3,59
1992	0,12	1,59	20,00	8,69	2,71	9,00	6,01	3,82	1,13	0,00	0,17	0,14	4,45
1993	0,20	3,50	1,88	1,70	0,82	0,72	0,31	0,16	0,04	0,07	0,17	0,08	0,80
1994	0,04	0,11	0,12	-	0,13	0,30	0,89	0,04	0,03	1,01	-	-	0,30
1995	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1999	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Prom	0,35	1,39	3,93	6,16	3,35	4,24	4,48	3,78	2,20	0,59	0,26	0,21	2,62
Des St	0,60	1,93	5,97	9,42	5,04	5,44	6,44	6,29	3,65	1,14	0,52	0,41	2,67

Total acciones 4658

l/s/acc 0,564

	MESES												
Año	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
1970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1971	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1972	0,16	0,60	8,90	3,57	7,16	6,03	3,03	3,86	3,56	0,37	0,25	0,18	3,14
1973	0,12	2,07	1,66	3,10	0,90	0,72	1,53	0,31	0,26	0,26	0,25	0,18	0,95
1974	0,12	2,20	6,59	1,44	0,18	0,63	0,24	0,45	0,26	0,26	0,25	0,18	1,07
1975	0,14	1,10	0,16	4,81	2,02	0,14	0,24	0,30	0,26	0,26	0,25	0,18	0,82
1976	0,12	0,06	0,89	0,06	0,43	0,14	0,68	0,45	0,23	0,21	0,20	0,18	0,30
1977	0,12	0,14	1,46	9,63	4,31	2,53	4,10	2,26	0,36	0,28	0,25	0,18	2,14
1978	0,12	0,13	1,08	11,35	2,17	4,45	2,50	4,84	0,36	0,39	0,25	0,18	2,32
1979	0,65	0,17	0,06	2,00	0,31	0,69	0,24	0,33	0,26	0,26	0,25	0,18	0,45
1980	2,56	1,29	2,17	5,98	1,19	4,60	1,87	0,45	0,33	0,30	0,25	0,18	1,76
1981	0,12	8,01	2,88	0,66	0,16	0,14	0,24	0,25	0,26	0,26	0,25	0,20	1,12
1982	0,12	3,00	7,70	9,65	8,93	8,19	4,71	5,16	2,63	0,49	0,25	0,18	4,25
1983	0,34	1,33	4,37	6,12	4,64	2,32	4,70	2,29	0,35	0,28	0,25	0,18	2,26
1984	0,12	2,11	0,48	16,20	11,19	9,46	11,29	7,66	1,79	0,37	0,25	0,20	5,09
1985	0,12	0,79	0,19	2,23	0,08	0,14	0,24	0,25	0,26	0,26	0,25	0,18	0,41
1986	0,12	5,95	2,92	0,06	2,70	0,14	0,24	0,45	0,26	0,26	0,25	0,18	1,13
1987	0,12	1,56	0,65	45,43	55,47	36,66	25,69	24,49	11,55	3,71	1,46	0,71	17,29
1988	0,43	0,45	1,59	1,75	2,19	0,14	0,24	0,27	0,26	0,26	0,25	0,18	0,67
1989	0,12	0,54	0,05	3,98	3,42	0,70	0,45	0,33	0,26	0,26	0,25	0,18	0,88
1990	0,12	0,08	0,05	0,68	0,20	0,23	0,24	0,25	0,23	0,21	0,20	0,18	0,22
1991	0,12	0,35	7,56	3,32	0,50	3,88	1,41	0,45	0,33	0,26	0,25	0,28	1,56
1992	0,16	6,47	13,91	10,52	8,22	5,07	2,59	0,45	0,36	0,28	0,25	0,18	4,04
1993	1,23	3,26	1,21	1,83	1,63	0,15	0,24	0,26	0,26	0,26	0,25	0,18	0,90
1994	0,12	1,09	0,26	2,19	0,11	0,18	0,24	0,25	0,27	0,26	0,22	0,18	0,45
1995	0,12	0,06	1,43	2,17	1,29	0,14	0,22	0,21	0,21	0,21	0,20	0,18	0,53
1996	0,12	0,06	0,27	1,53	0,34	0,14	0,24	0,20	0,21	0,21	0,19	0,18	0,31
1997	0,12	6,61	29,77	31,97	39,42	27,64	16,84	13,28	6,80	0,54	0,25	0,33	14,46
1998	0,67	0,92	1,07	0,21	0,08	0,14	0,24	0,25	0,26	0,26	0,25	0,18	0,38
1999	0,12	0,26	1,49	0,28	2,29	4,80	0,36	0,31	0,26	0,26	0,25	0,18	0,90
2000	0,12	0,13	10,75	2,52	2,20	5,80	3,71	0,70	0,37	0,27	0,25	0,18	2,25

Prom	0,30	1,75	3,85	6,39	5,65	4,34	3,05	2,45	1,14	0,40	0,28	0,21	2,48
Des St	0,50	2,24	6,16	9,95	12,13	8,25	5,69	5,14	2,44	0,64	0,23	0,10	3,94

Total acciones 4658

l/s/acc 0,533

### Anexo 3: Caso de negocios Proyecto Embalses

#### CARACTERISTICAS DE LA CONCESION (30 años, i=10%)

- Inversión en embalses: \$7.129.825/ha → VP \$717.942/ha/año
- Dotación media riego tecnificado: 9.000 m<sup>3</sup>/ha/año
- Valor real agua: 79,77 \$/m<sup>3</sup>
- Subsidio del Estado en embalses: MMUS\$ 133,8 → 65%
- Financiamiento Privado: MMUS\$ 72,1 → 45%
- Valor a pago por el agua: 31 \$/m<sup>3</sup> (incluye subsidio diferencial equivalente al no pago por agua del 10% de agricultores pequeños)  
Representa un pago real anual por riego de \$ 279.200/ha, o sea, \$23.300/ha/mes

#### BENEFICIOS DIRECTOS RECUPERACION DEL ESTADO (30 años)

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| Beneficio Neto por ha/año:                  | MM\$ 8                             |
| Superficie Plantada sin seguridad de riego: | 5.100 ha                           |
| Aumento Mano Obra Directa                   | 1,02 H/ha → consumo afecto IVA 60% |
- MAYOR RECAUDACIÓN IVA:
    - En años de sequía: VP MMUS\$ 10,7
    - Mayor superficie plantada: VP MMUS\$ 182,7
    - Mano Obra Directa: MMUS\$ 0,5
    - TOTAL DIRECTO: MMUS\$ 193,9
    - TOTAL ANUAL: MMUS\$/AÑO 6,5

#### BENEFICIOS INDIRECTOS RECUPERACION ESTADO (30 años)

- |                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| Beneficio Neto por ha:       | MM\$ 8                            |
| Nueva Superficie de riego:   | 16.167 ha                         |
| Aumento Mano Obra Indirecta: | 1,4 H/ha → consumo afecto IVA 60% |
- MAYOR RECAUDACIÓN IMPUESTOS:
    - A Utilidades agrícolas:
      - Renta Presunta (10% sobre 60%) MMUS\$/año 0,4
      - Empresa (17% sobre 40%) MMUS\$/año 12,7
    - Aumento Contribuciones: MMUS\$ 0,1



- Aumento IVA Mano de Obra Indirecta: MMUS\$ 0,6
- TOTAL INDIRECTO MMUS\$/año 13,8

#### RESUMEN RECUPERACION DEL ESTADO (30 años)

- INVERSION TOTAL: MMUS\$ 133,8 (65% I)
  - INVERSION SUBSIDIO: MMUS\$/año 4,5
  - MAYOR RECAUDACIÓN IMPUESTOS: MMUS\$/año 20,2
- PERIODO RECUPERACION INVERSION: 6,6 años

#### CONCLUSIONES:

- El proyecto integral de riego de los valles Ligua y Petorca, considera la existencia de cuatro embalses para el logro real de su objetivo.
- Todos los indicadores económicos exigidos por MIDEPLAN son positivos y favorables, tanto en forma individual para cada embalse, como en su conjunto.
- Existe una disposición de pago de los usuarios por el agua del orden de \$/m<sup>3</sup> 31, para licitar una Concesión con subsidio del Estado de 65% a la Inversión.
- Los beneficios directos e indirectos demuestran que adicionalmente a los buenos indicadores señalados, se produce una mayor recaudación para el Estado, por concepto de aumento de IVA y otros impuestos, que por si mismos pagan la inversión pública en menos de 7 años.
- A valor promedio anual, la inversión es de MMUS\$ 4,5 y la mayor recaudación del Estado es de MMUS\$ 20,2

**ANEXO 4. Síntesis de Focus groups realizados con agricultores de los Valles de La Ligua y Petorca**

**4.1.- Síntesis de las intervenciones del focus group realizado con agricultores grandes de la cuenca del río La Ligua**

Fecha: miércoles 9 de agosto de 2.006

Lugar: Casa Matriz de DISCENTRO Ltda La Ligua

Hora: 9:30hrs AM

Agricultores participantes:

Gregorio Correa  
Jaime Viquel Benche  
Pablo Marchant S.  
Alberto Pivonka  
Eduardo Cerda  
José Peña  
Carlos Olivieri  
Mario Fuentes  
Antonio Forno  
Gregorio Cortéz

**A) Situación actual y periodos de escasez (historia)**

Situación actual	<p>Las fuentes de agua que proveen la Cuenca de la Ligua, son los ríos La Ligua y Petorca, de origen pre-cordillerano, con pocos deshielos y mínimas acumulaciones que hay a través de oasis. La característica de esta situación es la limitada cantidad de agua, por lo que el servicio de ésta en el valle de La Ligua se encuentra bastante deteriorada. Las fuentes de agua son escasas, ya que además existen pocos embalses. Desde comienzo del siglo XX (el mayor embalse de riego es el de la laguna Chepical del Alicahue construida alrededor de 1900) no se han construido embalses en la V Región, y hoy se utilizan aquellos construidos durante el período de la Colonia.</p> <p>En función de lo anterior, para aumentar y asegurar un suministro de agua adecuado, se debe implementar estudios geológicos y dimensionar el aprovechamiento de las aguas del río Aconcagua hacia los valles de La Ligua. En el fondo se trata de prospectar nuevas fuentes de agua.</p> <p>Capacidad pluviométrica anual de la zona es de 250 ml promedio, variable entre valles y sectores cercanos, incluso 100 ml diferencia entre uno y otro. No es de 500 ml como afirma la DOH y otras autoridades.</p>
Característica geográfica	<p>El agua que se presenta en el valle es subsuperficial más que subterránea, lo que determina la escasa fuente de agua.</p> <p>Faltan estudios geológicos para saber qué es lo que pasa más hacia abajo, más profundo. Se presenta el ejemplo de compañías mineras que en el norte del país y en condiciones más difíciles, han logrado obtener mucha más agua.</p>
Sistema de riego	<p>En la zona de La Ligua existe la “ccultura de pozo” y no de canal. Los agricultores quieren avanzar hacia la implementación y fortalecimiento de sistemas de riego tecnificado, como una forma de aprovechar el agua.</p>

## B) Escenario con proyecto

Oportunidades reales de negocios y capacidades de emprendimiento	Con nuevos y seguros embalses se pueden desarrollar nuevos y buenos negocios, ya que en la zona los agricultores tienen capacidades demostradas de emprendimiento. Podrían aumentar la superficie de plantaciones de paltos y cítricos, y comenzar nuevos como almendros, nogales, arándanos.
Medida más cómoda para fijar costo del agua	Litros x seg
Método de pago más cómodo y confiable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediante la utilización de una fuerza legal: “contribución de bien raíz” o</li> <li>• -A través de la Sociedad de canalistas</li> </ul>

## C) DAP y variables para el modelo de precios hedónicos:

Rango que estarían dispuestos a pagar por el agua	<p>Los agricultores manifiestan que necesitan más información sobre los embalses, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿de dónde se va a sacar el agua? El tema de la seguridad de tener agua, en especial en periodos secos.</li> <li>• ¿cuál es la cantidad de agua que contendrán los embalses, y cuánta es la cantidad que se podrá distribuir y vender de acuerdo a las necesidades reales de riego de los agricultores?</li> <li>• ¿cuál es el costo de la construcción y de la gestión de cada embalse?</li> <li>• ¿cuántos agricultores estarían dispuestos a pagar por el agua?</li> <li>• ¿Dónde llegará el agua? Distancia de “llegada” en relación al lugar de riego.</li> <li>• ¿El agua llegará a través de canales, acequias, cañerías, matrices?</li> <li>• ¿Cuál es el valor del agua proveniente de embalses semejantes a los que existen en otras regiones del país?</li> <li>• Ejemplos: ... <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Litro de agua de canal: la organización de canalistas de Alicahue, asegura una acción medio litro por segundo en \$2.800.000.- ,</li> <li>○ Litro de agua de pozo: litro por segundo \$4.000.000.-</li> </ul> </li> <li>• Otro factor a considerar es la eventualidad del pago de un seguro que no se va a usar durante los años normales en cuanto a disponibilidad de agua, pero si se cobrará en caso de años secos.</li> <li>• También se deben analizar los costos alternativos, comparando el costo por obtener agua proveniente de embalses, versus el costo por obtener agua del subsuelo, cruzando en ambos casos con el costo de la inversión de las obras para obtener esa agua.</li> <li>• El valor del agua es variable: en tiempo de sequía el valor del agua sube. El valor del agua dependerá de qué momento se hable. En tiempos normales nadie esta dispuesto a pagar.</li> <li>• El riego para 2007 se encuentra asegurado. Entonces en estos momentos ¿en base a qué factores se definiría un pago por el valor del agua?</li> </ul> <p>Un elemento muy importante a considerar es que en esta zona existe la “cultura del pozo: se hace un hoyo y se obtiene agua”, lo que conduce a plantear la pregunta si la gente estaría dispuesta a pagar por el suministro de agua proveniente de un embalse, ya que en la situación actual ésta tiene un costo igual a cero.</p>
---	--

Factores que deciden la compra de un terreno	Solamente consideran el clima y el agua. Otros factores, como el acceso al terreno o la calidad de la tierra son controlables.
--	--

#### **4.2.- Síntesis de las intervenciones del focus group realizado con agricultores grandes de la cuenca del río Petorca**

Fecha: miércoles 9 de agosto de 2.006

Lugar: Casa Matriz de DISCENTRO Ltda La Ligua

Hora: 12:00hrs

Agricultores participantes:

Jorge Wencke  
Pedro Valenzuela  
Orlando Ansaldo  
Alejandro Palacios  
Martín Henríquez  
Roberto Cáceres  
Fernando Álamos  
Juan Rivera Serrano  
Daniel Longueira  
Claudio Bozzolo

##### **A) Situación actual y períodos de escasez (historia)**

Situación actual	Los años críticos, con sequía, comprende un periodo que va entre 1967 y 1972. Posteriormente se presentó un año seco en 1997 cuya carencia de agua fue superada por las instalaciones y pozos construidos, lo que permitió extraer agua de napas subterráneas y el aumento de la superficie plantada. Sin embargo, esto tuvo nefastas consecuencias hacia el verano, ya que por la gran cantidad de pozos, muchos de éstos se secaron.
Sistema de riego	Se han utilizado los canales de riego y los pozos
Relación entre pequeños, medianos y grandes agricultores	La relación entre agricultores pequeños, medianos y grandes es normal en periodos normales de disponibilidad de agua. Sin agua, las dificultades son las mismas para todos, pero en esta situación los pequeños creen que serán aplastados por los grandes; las relaciones se tensan y entran en conflicto.

##### **B) Escenario con proyecto**

Oportunidades reales de negocios y capacidades de emprendimiento	En la zona existen capacidades demostradas de emprendimiento por parte de los agricultores. Sin embargo, no se ha podido avanzar más rápidamente, en nuevas plantaciones, a causa de la carencia de agua. Si hubiese mayor disponibilidad de agua aumentaría la superficie plantada, particularmente de paltos. También se podría comenzar nuevas plantaciones como el nogal.
Medida más cómoda para fijar costo del agua	Una medida que concita unanimidad entre los agricultores para definir el cobro de agua es el m <sup>3</sup> . Anteriormente se cobraba en función de la cantidad de agua utilizada, y la medida era 1 lt por segundo por ha.

Método de pago más cómodo y confiable	Sobre el método de pago se plantean las siguientes alternativas: una Junta de Vigilancia, organismos estatales pertinentes como el Servicio de Impuestos Internos o un ente privado, que puede ser la misma concesionaria que administraría el embalse.
---------------------------------------	---

### C) DAP y variables para el modelo de precios hedónicos:

Rango que estarían dispuestos a pagar por el agua	<p>Previamente se debe tener presente el siguiente aspecto: en Petorca, según los agricultores, no ha habido transacción de agua. Existe la cultura del valor cero del agua. El valor relacionado con el agua que han asumido, es el de la mantención de los canales de riego, pero no su contenido, en proporción a las acciones o derechos de agua que cada persona tiene.</p> <p>También se debe considerar el compromiso y la disposición a pagar por parte de cada agricultor. Todo está ligado: el compromiso, costo y el valor del agua. Cada agricultor tiene su propia realidad, por lo que el rango será muy variable, de acuerdo a algunas de las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la situación del agua a cierta cantidad de metros de altura; actualmente se riega en altura</li> <li>• ¿Cuánto se paga en otros embalses?</li> <li>• Se necesita conocer la forma de gestión del embalse y de la distribución del agua (luego se podría definir un precio para el agua.)</li> <li>• En el proyecto del Embalse concesionado (El Bato), se estimaba entre \$7 y \$12 el m3 de agua</li> <li>• Diferenciar los costos que manejan los parceleros, versus aquellos que manejan los productores de mayor superficie. Los parceleros se dedican más que nada a la papa, el maíz, la lechuga, etc. y consumen mucho más cantidad de agua que los agricultores de grandes plantaciones. Los parceleros tienen una cantidad de agua bastante superior a los que plantan paltas en las laderas de los cerros.</li> </ul>
Factores que deciden la compra de un terreno	El clima y el agua. Otros factores como la calidad del suelo se pueden controlar. Si un cerro cuenta con agua, su valor se dispara

### **4.3.-Síntesis de las intervenciones del focus group realizado con agricultores pequeños de la cuenca del río La Ligua**

Fecha: martes 22 de agosto de 2.006

Lugar: Local de AgroPetorca en Cabildo

Hora: 11:00hrs AM

Agricultor participante: José Ramón Villalobos<sup>35</sup>

#### A) Historia y situación actual

Sistemas de riego utilizados	<p>En periodos normales de lluvia no hay carencia de agua. Se utilizan las aguas superficiales, las que se distribuyen mediante canales.</p> <p>En periodos de sequía, el agua se debe bombear desde los pozos, aumentando los costos ya que se debe pagar a una persona para que cuide y distribuya el</p>
------------------------------	---

<sup>35</sup> Este focus group contó con muy baja asistencia, para compensar este hecho se realizaron adicionalmente entrevistas personales y telefónicas con técnicos de INDAP

	<p>agua. Las siembras y sus productos se encarecen.</p> <p>Se utiliza la medida de 1 “reguero” =4 pulgadas de agua, y por riego se abren las compuertas hasta 8 pulgadas.</p> <p>Por el agua así distribuida nunca han pagado. Solamente deben asumir los gastos identificados anteriormente y la mantención de los canales. Cada socio paga una cuota en función de la superficie de su campo</p> <p>En los años de sequía las siembras se pierden; en estos casos el agua se utiliza solamente para el consumo particular, doméstico.</p> <p>Con la cantidad de agua caída a la fecha, el suministro de agua está asegurado hasta el 2.007</p>
--	--

## B) Escenario con proyecto

Con nuevos embalses, ¿se podrán desarrollar nuevos cultivos?	<p>Se podrían plantar otros productos como el nogal, el olivo y los paltos.</p> <p>En el caso del palto es vital asegurar la cantidad de agua que éste necesita.</p>
Obstáculos	<p>El principal obstáculo es la comercialización de los productos, ya que actualmente dependen del precio que los intermediarios deciden.</p> <p>Una eventual solución a esto es fortalecer la unidad de los pequeños agricultores, para que puedan negociar con mayor fuerza.</p>
Medida a utilizar para el valor del agua	La medida que hoy se utiliza es el pago por cuadras, equivalente a \$10.000.- por tres meses durante el verano. No se pronuncian por otra medida.
Administración del Embalse	La responsabilidad de la administración del Embalse debiera correr por cuenta de los agricultores grandes y pequeños. En ningún caso la administración debiera radicar exclusivamente en los agricultores grandes, ya que éstos podrían discriminar a los más pequeños. La administración tampoco debiera estar a cargo de una empresa privada.
Relación entre agricultores grandes y pequeños	La relación entre los agricultores grandes y pequeños no es buena. No ha habido cooperación entre ambos sectores
La modalidad de pago	El pago debiera ser por temporadas, a la Asociación de canalistas. En todo caso, se debe tomar en cuenta que en invierno también habrá una cantidad de agua que vendrá por el río, a la que se puede tener acceso de manera independiente a la que tenga el Embalse.

## C) DAP

Rango que estarían dispuestos a pagar por el agua	<p>Se estima que se puede pagar \$15.000.-por cuadra, de acuerdo a la modalidad de riego utilizada históricamente.</p> <p>Existe una positiva disposición a pagar por el uso del agua por parte de los agricultores pequeños, en la medida que el nuevo Embalse asegure oportunamente la entrega de agua para el riego.</p>
Factores que deciden la compra de un terreno	En este caso fue de acuerdo a una oportunidad: una herencia familiar.

#### **4.4.-Síntesis de las intervenciones del focus group realizado con pequeños agricultores de la cuenca del río Petorca**

Fecha: martes 22 de agosto de 2.006

Lugar: Salón de la I. Municipalidad de Petorca

Hora: 15:00hrs

Participantes:

Elba Castro

Gerardo Orrego

Cristián Araya

Augusto Correa

Ariel Garrido (Municipalidad de Petorca)

##### **A) Situación actual y períodos de escasez (historia)**

Situación actual	<p>Los ríos están en “manos de nadie”: están destruidos, con basura. El agricultor grande es el que puede hacer cualquier cosa, no así el agricultor pequeño. Por lo tanto es necesario constituir una Junta de Vigilancia.</p> <p>No hay cultura de pago por el agua. Históricamente ha sido gratis, y solamente se paga por la mantención de los canales. Una gran cantidad de pequeños agricultores no tiene pozo, ante lo cual utilizan sólo el agua superficial.</p> <p>En los años de sequía hubo pocas siembras, a la cual enfrentaban con pozos particulares, donde además no se valoriza el costo de tener agua. Existen algunas Asociaciones de Canalistas, cuyos socios deben asumir algunos costos como la persona repartidora de agua. Cada accionista paga una cuota mensual.</p> <p>Con relación a los futuros embalses, los agricultores pequeños manifiestan absoluta desinformación sobre los mismos.</p>
------------------	---

##### **B) Escenario con proyecto**

Con nuevos embalses, ¿se podrán desarrollar nuevos cultivos?	Los cultivos ya se han desarrollado, nogal, olivos, cítricos, palto. El tema es asegurar la disponibilidad de agua. Con un nuevo embalse se asegura el agua. Además, se podría asegurar otro periodo de siembras de hortalizas y papas en el año.
Medida a utilizar para el valor del agua	Los dos litros por segundo, alcanzan para regar dos hectáreas. Hoy se usa la acción mensual que tiene un valor de \$650.- y equivale a 1litro por segundo.
Administración del Embalse	La administración del embalse debiera estar bajo la responsabilidad de la Junta de Vigilancia
Relación entre agricultores grandes y pequeños	No existen relaciones entre ambos sectores. Los agricultores pequeños “son pasados a llevar por los grandes”
La modalidad de pago	Piensan que la mejor modalidad sería a través de la Junta de Vigilancia

##### **C) DAP y variables para el modelo de Precios Hedónicos:**

Rango que estarían	Ellos no han conversado este tema. No tienen claridad sobre el pago. Sin
--------------------	--

dispuestos a pagar por el agua	embargo, están concientes que con el nuevo embalse, tendrán que variar los costos para tener agua de riego. Una preocupación es saber qué pasará con aquellos pequeños agricultores con cultivo no rentables; ¿cuáles serán las consecuencias sobre el pago del agua.?
Factores que deciden la compra de un terreno	<p>Ninguno de los pequeños agricultores que participaron en el Focus Group habían comprado sus propios terrenos. Sin embargo plantean los siguientes supuestos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad de agua</li> <li>• Derecho y servidumbre sobre el agua</li> <li>• “Cariño a la tierra” pero pensando en hacer un pozo</li> <li>• Existencia de plantaciones</li> </ul>



## **ANEXO 5: ENCUESTAS**

### **Anexo 5.1. Encuesta Método de Valoración Contingente**

*Buenos Días/ Tardes, soy ..... (decir nombre). En representación del Departamento de Ingeniería Industrial perteneciente a la Universidad de Chile y la DOH (Dirección de Obras Hidráulicas) perteneciente al MOP (Ministerio de Obras Públicas) estamos realizando un estudio sobre la Valoración del Agua de Riego en la zona de las cuencas del Río La Ligua y Petorca.*

*Esta encuesta es confidencial y requerimos conocer su valiosa opinión sobre el tema.*

*La información sólo se utilizará para la realización de este estudio.  
No existen respuestas correctas y si no recuerda valores exactos le solicitamos nos indique aproximaciones, las cuales también nos sirven y son de gran utilidad.*

*Esta encuesta dura aproximadamente 20 minutos. Partimos con preguntas relacionadas con el agua, a continuación le planteamos un escenario hipotético de construcción de embalses y le solicitamos colocarse en dicha situación para responder las preguntas y finalizamos con datos generales del dueño del predio.*

*Agradeceríamos nos responda la encuesta.*

*Si tiene alguna duda en cualquier momento le rogamos consultarnos.*

Nombre del dueño del predio: \_\_\_\_\_

Si el entrevistado es distinto al dueño del predio:

Nombre del entrevistado: \_\_\_\_\_

Relación del entrevistado con el dueño del predio: \_\_\_\_\_

**Marque con una cruz "X" la alternativa que indica el entrevistado.**

## **1. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL AGUA.**

1.1. En relación a la cantidad de agua, ¿con cuánta agua de riego cuenta su predio?

Superficiales: \_\_\_\_\_ litros por segundo      ó      \_\_\_\_\_ acciones

Subterráneas: \_\_\_\_\_ litros por segundo      ó      \_\_\_\_\_ acciones

Nº de Pozos: \_\_\_\_\_

1.2. Indicar la cantidad de derechos de agua legalizados o en proceso de legalización que posee:

Superficiales: \_\_\_\_\_ litros por segundo      ó      \_\_\_\_\_ acciones

Subterráneas: \_\_\_\_\_ litros por segundo      ó      \_\_\_\_\_ acciones

1.3. ¿Cuántas hectáreas son regadas por aguas superficiales (ríos, esteros, quebradas)?

\_\_\_\_\_ hectáreas

1.4. ¿Cuántas hectáreas son regadas por aguas subterráneas?

\_\_\_\_\_ hectáreas

1.5. ¿Su predio presenta terreno seco?

\_\_\_\_\_ NO

\_\_\_\_\_ SI

Especificar la cantidad de hectáreas: \_\_\_\_\_

1.6. ¿A qué distancia está la fuente de agua superficial más cercana?

Indique fuente: \_\_\_\_\_

Distancia: \_\_\_\_\_ Kilómetros

- 1.7. Especificar el sistema de riego que utiliza en su predio y la cantidad de años que lleva utilizándolo:

Sistema de Riego	Años
Tendido	
Surcos	
Surcos en contorno	
Bordes en contorno	
Bordes rectos	
Pretilos	
Tazas	
Aspersión	
Microjet y Microaspersión	
Goteo	

- 1.8. Nos podría indicar si ha tenido problemas con el sistema actual de riego:

\_\_\_\_\_ NO  
 \_\_\_\_\_ SI, ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

- 1.9. Indicar el tipo de gasto que realiza en los actuales sistemas de riego y el monto gastado el último año:

\_\_\_\_\_ Mantenición (Lavado, cambio de aceite, reparación)      Monto: \_\_\_\_\_ \$/año  
 \_\_\_\_\_ Bombeo (electricidad, combustible)      Monto: \_\_\_\_\_ \$/año  
 \_\_\_\_\_ Construcción (casetas, compuertas)      Monto: \_\_\_\_\_ \$/año  
 \_\_\_\_\_ Otros Gastos      Monto: \_\_\_\_\_ \$/año  
 Especificar otros gastos: \_\_\_\_\_

- 1.10. ¿Han sufrido daños sus cultivos en los últimos 10 años por falta de agua?

\_\_\_\_\_ NO (Pasar a la pregunta 1.13)  
 \_\_\_\_\_ SI, ¿cuántos años? \_\_\_\_\_ años. Favor cuantificar la pérdida: \$ \_\_\_\_\_

- 1.11. Indicar el tipo de daño que han sufrido sus cultivos en los últimos 10 años por falta de agua:

\_\_\_\_\_ Pérdida de producción  
 \_\_\_\_\_ Menor calidad del producto  
 \_\_\_\_\_ Baja de rendimiento  
 \_\_\_\_\_ Menor superficie plantada  
 \_\_\_\_\_ Otro daño. Favor especificar: \_\_\_\_\_

- 1.12. Acciones que tomó para mitigar el daño por la falta de agua:

\_\_\_\_\_ Comprar agua  
 \_\_\_\_\_ Sacrificó cultivos  
 \_\_\_\_\_ Construcción de pozos  
 \_\_\_\_\_ Otros. Favor especificar: \_\_\_\_\_  
 Nos podría indicar ¿cuánto le costó? \$ \_\_\_\_\_

1.13. ¿Se siente satisfecho con la seguridad del agua de riego que recibe?

\_\_\_\_\_ SI, ¿por qué? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ NO, ¿por qué? \_\_\_\_\_

## 2. ESCENARIO HIPOTÉTICO: CONSTRUCCIÓN DE EMBALSES.

*En la actualidad, existe déficit de agua en las cuencas de los ríos La Ligua y Petorca. Se está evaluando la posibilidad de construir cuatro embalses en la zona, que regarían la totalidad de ambas cuencas, abasteciendo de agua de riego a los cultivos de la zona con una seguridad mucho mayor a la actualmente existente. Con esto se disminuirá el riesgo de perder cosechas por falta de agua y permitirá invertir en nuevos proyectos agrícolas.*

*De concretarse este proyecto será necesario que una vez que los embalses estén funcionando, usted pague anualmente por la cantidad de agua de riego utilizada.*

*¿Queda clara esta explicación?*

*Como usted sabe, para hacer un trabajo de esta envergadura se debe contar, primero con la opinión honesta y que refleje la realidad agrícola y económica que los usuarios tienen.*

2.1. Por esto nos gustaría saber ¿estaría dispuesto a pagar “X” al año para regar 1 hectárea?

\_\_\_\_\_ SI (Pase a pregunta 2.2.)

\_\_\_\_\_ NO (Pase a pregunta 2.3.)

X =

Tendido	Surcos	Surcos en contorno	Bordes en contorno	Bordes rectos	Pretiles	Tazas	Aspersión	Microjet y Microaspersión	Goteo
604.000	403.000	363.000	363.000	302.000	302.000	279.000	242.000	214.000	202.000

2.2. Si en los estudios del proyecto se determina que el costo anual es mayor, ¿estaría dispuesto a pagar “Y” para regar 1 hectárea?

\_\_\_\_\_ SI

\_\_\_\_\_ NO

Y =

Tendido	Surcos	Surcos en contorno	Bordes en contorno	Bordes rectos	Pretiles	Tazas	Aspersión	Microjet y Microaspersión	Goteo
725.000	484.000	435.000	435.000	363.000	363.000	335.000	290.000	256.000	242.000

2.3. ¿Estaría dispuesto a pagar “Z” al año para regar 1 hectárea?

\_\_\_\_\_ SI

\_\_\_\_\_ NO

Z =

Tendido	Surcos	Surcos en contorno	Bordes en contorno	Bordes rectos	Pretiles	Tazas	Aspersión	Microjet y Microaspersión	Goteo
484.000	323.000	290.000	290.000	242.000	242.000	224.000	194.000	171.000	162.000

### 3. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL DUEÑO DEL PREDIO:

3.1. Edad del dueño del predio:

\_\_\_\_\_ años

3.2. Nivel de educación:

\_\_\_\_\_ Básica

\_\_\_\_\_ Media

\_\_\_\_\_ Universitaria

Indicar título: \_\_\_\_\_

3.3. Nivel de renta del agricultor (promedio mensual):

\_\_\_\_\_ Menor a \$100.000

\_\_\_\_\_ Entre \$100.001 y \$300.000

\_\_\_\_\_ Entre \$300.001 a \$500.000

\_\_\_\_\_ Entre \$500.001 y \$1.000.000

\_\_\_\_\_ Entre \$1.000.001 a \$3.000.000

\_\_\_\_\_ Sobre \$3.000.001

### DATOS ENCUESTA (a completar por el encuestador):

Nº: \_\_\_\_\_

Nombre Encuestador: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Lugar:

\_\_\_\_\_ Cuenca Río La Ligua

Sector: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Cuenca Río Petorca

Sector: \_\_\_\_\_

Distancia del predio a la ciudad de La Ligua: \_\_\_\_\_ Km

Distancia del predio a la ciudad de Petorca: \_\_\_\_\_ Km

Clasificar el grado de confiabilidad de las respuestas del encuestado:

\_\_\_\_\_ Muy Confiables

\_\_\_\_\_ Confiable

\_\_\_\_\_ Poco Confiables

\_\_\_\_\_ Nada Confiable

Favor explicar:

.....

.....

Otros comentarios y observaciones finales del encuestador:

.....

.....

### **Anexo 5.2. Encuesta Método de Precios Hedónicos**

*Buenos Días/ Tardes, soy ..... (decir nombre). En representación del Departamento de Ingeniería Industrial perteneciente a la Universidad de Chile y la DOH (Dirección de Obras Hidráulicas) perteneciente al MOP (Ministerio de Obras Públicas) estamos realizando un estudio sobre la Valoración del Agua de Riego en la zona de las cuencas del Río La Ligua y Petorca.*

*Esta encuesta es confidencial y requerimos conocer su valiosa opinión sobre el tema.*

*La información sólo se utilizará para la realización de este estudio.  
No existen respuestas correctas y si no recuerda valores exactos le solicitamos nos indique aproximaciones, las cuales también nos sirven y son de gran utilidad.*

*Esta encuesta dura aproximadamente 30 minutos. Partimos consultando por las características del predio, seguido por preguntas relacionadas con el agua, posteriormente consultamos por el proceso productivo y finalizamos con datos generales del dueño del predio.*

*Agradeceríamos nos responda la encuesta*

*Si tiene alguna duda en cualquier momento le rogamos consultarnos.*

Nombre del dueño del predio: \_\_\_\_\_

Si el entrevistado es distinto al dueño del predio:

Nombre del entrevistado: \_\_\_\_\_

Relación del entrevistado con el dueño del predio: \_\_\_\_\_

**Marque con una cruz "X" la alternativa que indica el entrevistado.**

**1. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL PREDIO, al momento de su adquisición:**

1.1. ¿Cuál era la superficie total del predio?:

Cantidad: \_\_\_\_\_ Unidad: \_\_\_\_\_ ha      ó      \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

1.2. Indique las condiciones de acceso al predio:

\_\_\_\_\_ camino pavimentado  
\_\_\_\_\_ camino de ripio  
\_\_\_\_\_ camino de tierra

Si contestó camino de ripio o de tierra, favor indicar ¿a cuántos kilómetros se encuentra el camino pavimentado más cercano?

\_\_\_\_\_ km

1.3. Clasificación del terreno de su predio en relación al relieve:

\_\_\_\_\_ Plano o valle  
\_\_\_\_\_ Cerro

1.4. ¿Qué construcciones existían al momento de adquirir el predio?

Construcciones	Cantidad	Unidad
Nada	-----	-----
Casa		m <sup>2</sup>
Tranques		m <sup>3</sup>
Galpones		m <sup>2</sup>
Bodegas		m <sup>2</sup>
Establos		m <sup>2</sup>
Silos		m <sup>3</sup>
Otra		

Indicar otra construcción: \_\_\_\_\_

En el caso de existir casa, indicar el material del que estaba construida:

\_\_\_\_\_ Cemento  
\_\_\_\_\_ Madera  
\_\_\_\_\_ Adobe  
\_\_\_\_\_ Otro material, especificar: \_\_\_\_\_



1.5. ¿Existía una planta de packing o embalaje cercana al predio?

\_\_\_\_\_ NO

\_\_\_\_\_ SI, ¿a cuántos kilómetros? \_\_\_\_\_ Kilómetros

1.6. ¿Existía una planta de frío o pre-frío cercana al predio?

\_\_\_\_\_ NO

\_\_\_\_\_ SI, ¿a cuántos kilómetros? \_\_\_\_\_ Kilómetros

1.7. ¿El predio contaba con electricidad al momento de adquirirlo?

\_\_\_\_\_ NO

\_\_\_\_\_ SI

1.8. Indicar las principales plantaciones que componían el suelo del predio en hectáreas, y la edad de los frutales:

<i>Plantaciones</i>	<b>ha</b>	<b>Edad</b>
Almendro		
Limón		
Naranja		
Palto		
Otros Frutales		
Cultivos Anuales		
Hortalizas Aire Libre		
Invernadero		
Riego Praderas		
Secano		

1.9. Indicar la erosión que predominaba en el predio al momento de adquirirlo:

\_\_\_\_\_ Muy erosionado

\_\_\_\_\_ Algo erosionado

\_\_\_\_\_ No erosionado

1.10. Indicar la profundidad del suelo, es decir la profundidad de la tierra que se utiliza para cultivar:

\_\_\_\_\_ Menos de 25 centímetros

\_\_\_\_\_ 25 - 50

\_\_\_\_\_ 50 - 75

\_\_\_\_\_ 75 - 100

\_\_\_\_\_ más de 100 centímetros

1.11. Cantidad de años previos, a la adquisición del mismo, en que el predio se ha utilizado para la agricultura:

\_\_\_\_\_ 0 a 5 años

\_\_\_\_\_ 5 a 10 años

\_\_\_\_\_ 10 a 20 años

\_\_\_\_\_ 20 a 50 años

\_\_\_\_\_ más de 50 años

**2. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL AGUA, al momento de la adquisición del predio:**

2.1. Cuándo compró el predio ¿la transacción incluyó derechos de agua?

\_\_\_\_\_ NO

\_\_\_\_\_ SI, ¿en cuánto fueron transados? \$ \_\_\_\_\_

¿qué cantidad? \_\_\_\_\_ litros por segundo ó \_\_\_\_\_ acciones

2.2. En relación a la cantidad de agua, ¿con cuánta agua de riego contaba el predio al momento de adquirirlo?

Superficiales: \_\_\_\_\_ litros por segundo                      ó                      \_\_\_\_\_ acciones

Subterráneas: \_\_\_\_\_ litros por segundo                      ó                      \_\_\_\_\_ acciones

Nº de Pozos: \_\_\_\_\_

2.3. Cuándo usted compró el predio, ¿cuántas hectáreas eran regadas por aguas superficiales (ríos, esteros, quebradas)?

\_\_\_\_\_ hectáreas

2.4. Cuándo usted compró el predio, ¿cuántas hectáreas eran regadas por aguas subterráneas?

\_\_\_\_\_ hectáreas

2.5. Cuándo usted compró el predio, ¿presentaba terreno seco?

\_\_\_\_\_ NO

\_\_\_\_\_ SI                      Especificar la cantidad de hectáreas: \_\_\_\_\_

2.6. ¿A qué distancia está la fuente de agua superficial más cercana?

Indique fuente: \_\_\_\_\_

Distancia: \_\_\_\_\_ Kilómetros

- 2.7. Especificar el sistema de riego que utilizaba su predio, al momento de adquirirlo, y la cantidad de años que llevaban utilizándolo:

Sistema de Riego	Años
Tendido	
Surcos	
Surcos en contorno	
Bordes en contorno	
Bordes rectos	
Pretiles	
Tazas	
Aspersión	
Microjet y Microaspersión	
Goteo	

### 3. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL PROCESO PRODUCTIVO

- ### 3.1. ¿Qué tipo de fertilización utiliza?:

## Fertilizantes Químicos

Guano

No Fertiliza

- ### 3.2. ¿Realiza control de plagas y enfermedades?

SI

\_\_\_\_\_ NO

- ### 3.3. ¿Utiliza packing o sistema para embalar cultivos?

SI

                     NO

- 3.4. (Si la pregunta anterior fue NO, pasar a la pregunta 3.5.)

¿Nos podría indicar a quién pertenece el packing que utiliza y a qué distancia se ubica de su predio?

           Propio

Distancia: \_\_\_\_\_ Km

### Tercero

Distancia: Km

- ### 3.5. ¿Utiliza planta de frío o pre-frío?

SI

NO

- 3.6. (Si la pregunta anterior fue NO, pasar a la pregunta 3.7.)

¿Nos podría indicar a quién pertenece la planta de frío o pre-frío que utiliza y a qué distancia se ubica de su predio?

\_\_\_\_\_ Propio

Distancia: \_\_\_\_\_ Km

### Tercero

Distancia: Km

3.7. ¿Cómo comercializa sus cultivos?:

- ☐ No comercializa
- ☐ En forma directa a los consumidores finales
- ☐ Vende directamente a distribuidores mayoristas
- ☐ Exporta directamente
- ☐ Exporta a través de un tercero
- ☐ Consignación
- ☐ Otra forma. Indicar: \_\_\_\_\_

3.8. Para poder financiar el proceso productivo, ¿utiliza algún tipo de crédito?:

- ☐ No utiliza
- ☐ INDAP
- ☐ CORFO
- ☐ Banco del Estado
- ☐ Otros bancos e Instituciones Financieras
- ☐ Otro. Indicar: \_\_\_\_\_

3.9. ¿Tiene administrador?

- ☐ SI
- ☐ NO

3.10. ¿Que tipo de mano de obra utiliza?

- ☐ Solo (el propio agricultor)
- ☐ Familiar
- ☐ Temporal
- ☐ Permanente

#### 4. PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL DUEÑO DEL PREDIO:

4.1. Edad del dueño del predio:

\_\_\_\_\_ años

4.2. Nivel de educación:

- ☐ Básica
- ☐ Media
- ☐ Universitaria Indicar título: \_\_\_\_\_

4.3. Nivel de renta del agricultor (promedio mensual):

- ☐ Menor a \$100.000
- ☐ Entre \$100.001 y \$300.000
- ☐ Entre \$300.001 a \$500.000
- ☐ Entre \$500.001 y \$1.000.000
- ☐ Entre \$1.000.001 a \$3.000.000
- ☐ Sobre \$3.000.001

4.4. ¿Cuanto le reporta la actividad agropecuaria sobre el total de sus ingresos?

\_\_\_\_\_ Menos del 50%

\_\_\_\_\_ Igual o más del 50%

4.5. Porcentaje que representa el predio por el cual se le está consultando, en relación al total de tierras que posee:

\_\_\_\_\_ %

4.6. Lugar de residencia del dueño del predio:

\_\_\_\_\_ En el mismo predio

\_\_\_\_\_ Vive en la zona (cuenca río La Ligua y Petorca)

\_\_\_\_\_ Santiago

\_\_\_\_\_ En otro sitio

4.7. Relación con el vendedor (dueño anterior) del predio:

\_\_\_\_\_ Ninguna

\_\_\_\_\_ Comercial

\_\_\_\_\_ Amigo

\_\_\_\_\_ Familiar

\_\_\_\_\_ Socio

**DATOS ENCUESTA** (a completar por el encuestador):

Nº: \_\_\_\_\_

Nombre Encuestador: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Lugar:

\_\_\_\_\_ Cuenca Río La Ligua                      Sector: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Cuenca Río Petorca                      Sector: \_\_\_\_\_

Distancia del predio a la ciudad de La Ligua: \_\_\_\_\_ Km

Distancia del predio a la ciudad de Petorca: \_\_\_\_\_ Km

Clasificar el grado de confiabilidad de las respuestas del encuestado:

\_\_\_\_\_ Muy Confiables

\_\_\_\_\_ Algo confiable

\_\_\_\_\_ Poco Confiables

\_\_\_\_\_ Nada Confiable

Favor explicar:

.....  
.....  
.....

Otros comentarios y observaciones finales del encuestador:

.....  
.....  
.....

## ANEXO 6: PRUEBAS MODELOS ECONOMÉTRICOS

### Anexo 6.1. Pruebas Método de Valoración Contingente

- Prueba Single Bounded Modelo Logistic

Logistic regression				Number of obs	=	455
				Wald chi2(8)	=	55.93
				Prob > chi2	=	0.0000
Log pseudo-likelihood = -181.81684				Pseudo R2	=	0.1702
-----						
dapx1		Odds Ratio	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
-----						
vdap1		.9603952	.0116254	-3.34***	0.001	.937878 .9834529
gasto		2.359683	.9628248	2.10***	0.035	1.060563 5.250137
perdi		1	2.18e-08	3.56***	0.000	1 1
brend		.3723747	.1590876	-2.31***	0.021	.1611855 .8602689
scult		2.500212	.7501931	3.05***	0.002	1.388584 4.50175
costa		.9999999	4.37e-08	-2.50***	0.012	.9999998 1
educa		2.073181	.4376513	3.45***	0.001	1.370716 3.135646
cuenc		.2939011	.1135983	-3.17***	0.002	.1377831 .6269122
-----						

\*: significancia al 80%, \*\*: significancia al 90%, \*\*\*: significancia al 95%

Variable		Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
-----						
daps		455	-2.095594	24.41716	-118.973	66.36761

- Modelo Probit, Single Bounded con todas las variables:

Probit estimates				Number of obs	=	455
				Wald chi2(29)	=	82.86
				Prob > chi2	=	0.0000
Log pseudo-likelihood = -175.93306				Pseudo R2	=	0.1971
-----						
dapx1		Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
-----						
vdap1		-.0224785	.0069359	-3.24***	0.001	-.0360727 -.0088844
nqagu		.6974589	.7568429	0.92	0.357	-.785926 2.180844
npozs		-.3422886	.129383	-2.65***	0.008	-.5958747 -.0887025
ndagu		-.0430638	.3636808	-0.12	0.906	-.7558652 .6697375
nhreg		-.2079989	.6872393	-0.30	0.762	-1.554963 1.138965
scano		-.0702657	.2091423	-0.34	0.737	-.4801772 .3396457
nhsec		.9021568	.8769141	1.03	0.304	-.8165634 2.620877
ndfas		-.3794133	.419799	-0.90	0.366	-1.202204 .4433776
riegm		-.2506803	.2586643	-0.97	0.332	-.7576531 .2562925
riege		-.0313577	.2401468	-0.13	0.896	-.5020367 .4393213
prbrg		-.1269253	.1808896	-0.70	0.483	-.4814623 .2276117
gasto		.4879064	.2177058	2.24***	0.025	.0612108 .914602
nmgas		.7180092	1.06832	0.67	0.502	-1.375859 2.811877
danos		.0235382	.3339543	0.07	0.944	-.6310002 .6780766
adano		-.0760753	.0399306	-1.91**	0.057	-.1543379 .0021872
nperd		1.450257	.6299803	2.30***	0.021	.215518 2.684995
pprod		-.0260502	.2627629	-0.10	0.921	-.541056 .4889557

brend		-.6410454	.2315879	-2.77***	0.006	-1.094949	-.1871415
odano		.0984997	.2405896	0.41	0.682	-.3730473	.5700466
scult		.777746	.2512297	3.10***	0.002	.2853449	1.270147
cpozo		.3194999	.2607231	1.23	0.220	-.1915079	.8305077
oacci		.3077692	.2432559	1.27	0.206	-.1690035	.784542
ncost		-1.106685	.536608	-2.06***	0.039	-2.158417	-.0549526
segur		-.1586518	.1742843	-0.91	0.363	-.5002429	.1829392
nedad		.083381	.2758131	0.30	0.762	-.4572029	.6239648
educa		.295609	.1521964	1.94**	0.052	-.0026905	.5939086
nrent		1.074272	.6715793	1.60*	0.110	-.2419989	2.390543
cuenc		-.5404225	.2095414	-2.58***	0.010	-.9511161	-.1297288
ndciu		-.193975	.3064497	-0.63	0.527	-.7946054	.4066554
_cons		-1.466473	.8691854	-1.69**	0.092	-3.170045	.2370991

-----  
\*: significancia al 80%, \*\*: significancia al 90%, \*\*\*: significancia al 95%

lstat, cutoff(0.5)				
Probit model for dapx1				
----- True -----				
Classified	D	~D	Total	
-----+-----				
+	17	13	30	
-	68	357	425	
-----+-----				
Total	85	370	455	
-----				
Classified + if predicted Pr(D) >= .5				
True D defined as dapx1 != 0				
-----				
Sensitivity	Pr( +  D)	20.00%		
Specificity	Pr( - ~D)	96.49%		
Positive predictive value	Pr( D  +)	56.67%		
Negative predictive value	Pr(~D  -)	84.00%		
-----				
False + rate for true ~D	Pr( + ~D)	3.51%		
False - rate for true D	Pr( -  D)	80.00%		
False + rate for classified +	Pr(~D  +)	43.33%		
False - rate for classified -	Pr( D  -)	16.00%		
-----				
Correctly classified	82.20%			
-----				

- Modelo Logit, Single Bounded con todas las variables:

Logit estimates				Number of obs	=	455
				Wald chi2(29)	=	71.34
				Prob > chi2	=	0.0000
Log pseudo-likelihood = -176.05156				Pseudo R2	=	0.1965
-----						
		Robust				
dapx1		Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
-----						
vdap1		-.0442724	.0137102	-3.23***	0.001	-.071144 - .0174009
nqagu		1.28755	1.40383	0.92	0.359	-1.463905 4.039006
npozs		-.5968979	.2453078	-2.43***	0.015	-1.077692 -.1161034
ndagu		-.2034588	.664547	-0.31	0.759	-1.505947 1.099029
nhreg		-.2470159	1.28837	-0.19	0.848	-2.772176 2.278144
scano		-.1358165	.3871894	-0.35	0.726	-.8946938 .6230608
nhsec		1.704372	1.558953	1.09	0.274	-1.351121 4.759865
ndfas		-.7208309	.7906596	-0.91	0.362	-2.270495 .8288335
riegm		-.4358546	.4651037	-0.94	0.349	-1.347441 .4757319
riege		-.035868	.4316171	-0.08	0.934	-.8818219 .8100859
prbrg		-.1869014	.334403	-0.56	0.576	-.8423193 .4685165
gasto		.9545298	.4371536	2.18***	0.029	.0977245 1.811335
nmgas		1.118172	1.959055	0.57	0.568	-2.721506 4.95785
danos		-.0529375	.615038	-0.09	0.931	-1.25839 1.152515



adano	-.1186501	.0696631	-1.70**	0.089	-.2551872	.0178869
nperd	2.284752	1.185147	1.93**	0.054	-.0380934	4.607597
pprod	-.0384852	.4922331	-0.08	0.938	-1.003244	.926274
brend	-1.125176	.4535144	-2.48***	0.013	-2.014048	-.2363044
odano	.183298	.4667052	0.39	0.695	-.7314274	1.098023
scult	1.317751	.4441855	2.97***	0.003	.4471634	2.188338
cpozo	.6013185	.4807907	1.25	0.211	-.341014	1.543651
oacci	.4945499	.4495275	1.10	0.271	-.3865078	1.375607
ncost	-1.770958	.9795887	-1.81**	0.071	-3.690917	.1490004
segur	-.2679338	.3275123	-0.82	0.413	-.9098461	.3739785
nedad	.2546575	.4987743	0.51	0.610	-.7229222	1.232237
educa	.492591	.2781023	1.77**	0.077	-.0524795	1.037661
nrent	1.875943	1.181361	1.59*	0.112	-.4394817	4.191368
cuenc	-.9457209	.4019978	-2.35***	0.019	-1.733622	-.1578196
ndciu	-.3662933	.5793585	-0.63	0.527	-1.501815	.7692285
_cons	-2.45627	1.554457	-1.58*	0.114	-5.502949	.5904094

\*: significancia al 80%, \*\*: significancia al 90%, \*\*\*: significancia al 95%

- Modelo Logistic, Single Bounded con todas las variables:

Logistic regression			Number of obs = 455			
			Wald chi2(29) = 71.34			
			Prob > chi2 = 0.0000			
Log pseudo-likelihood = -176.05156			Pseudo R2 = 0.1965			
-----						
		Robust				
dapx1	Odds Ratio	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
-----						
vdap1	.9566933	.0131165	-3.23***	0.001	.9313278	.9827496
nqagu	3.623898	5.087337	0.92	0.359	.2313311	56.76989
npozs	.5505168	.1350461	-2.43***	0.015	.3403801	.8903831
ndagu	.8159038	.5422064	-0.31	0.759	.2218072	3.001251
nhreg	.7811283	1.006383	-0.19	0.848	.0625258	9.75855
scano	.8730028	.3380175	-0.35	0.726	.4087327	1.864627
nhsec	5.497931	8.571019	1.09	0.274	.2589499	116.7301
ndfas	.486348	.3845357	-0.91	0.362	.103261	2.290645
riegm	.6467118	.300788	-0.94	0.349	.2599045	1.609192
riege	.9647676	.4164102	-0.08	0.934	.4140279	2.248101
prbrg	.8295255	.2773959	-0.56	0.576	.4307104	1.597622
gasto	2.597449	1.135484	2.18***	0.029	1.102659	6.118611
nmgas	3.059257	5.993253	0.57	0.568	.0657756	142.2875
danos	.9484393	.5833262	-0.09	0.931	.2841111	3.166145
adano	.8881185	.061869	-1.70**	0.089	.7747714	1.018048
nperd	9.823249	11.64199	1.93**	0.054	.962623	100.243
pprod	.962246	.4736493	-0.08	0.938	.3666879	2.525083
brend	.3245952	.1472086	-2.48***	0.013	.1334473	.7895403
odano	1.201172	.5605934	0.39	0.695	.4812216	2.998234
scult	3.735012	1.659038	2.97***	0.003	1.56387	8.920379
cpozo	1.824523	.8772136	1.25	0.211	.711049	4.681652
oacci	1.63976	.7371171	1.10	0.271	.6794254	3.95748
ncost	.1701699	.1666965	-1.81**	0.071	.0249491	1.160673
segur	.7649584	.2505333	-0.82	0.413	.4025862	1.453506
nedad	1.29002	.6434287	0.51	0.610	.485332	3.428892
educa	1.636551	.4551286	1.77**	0.077	.9488738	2.822608
nrent	6.526972	7.71071	1.59*	0.112	.6443703	66.11317
cuenc	.3883995	.1561358	-2.35***	0.019	.1766434	.8540038
ndciu	.6932994	.4016689	-0.63	0.527	.2227255	2.158101
-----						

\*: significancia al 80%, \*\*: significancia al 90%, \*\*\*: significancia al 95%

El indicador lstat es similar tanto para el modelo logit como para el logistic, se entrega a continuación para ambas regresiones:

```

lstat, cutoff(0.5)
Logistic model for dapx1

```

Classified	True D	~D	Total
+	18	15	33
-	67	355	422
Total	85	370	455

Classified + if predicted Pr(D) >= .5  
True D defined as dapx1 != 0

Sensitivity	Pr( +  D)	21.18%
Specificity	Pr( -  ~D)	95.95%
Positive predictive value	Pr( D  +)	54.55%
Negative predictive value	Pr( ~D  -)	84.12%
False + rate for true ~D	Pr( +  ~D)	4.05%
False - rate for true D	Pr( -  D)	78.82%
False + rate for classified +	Pr( ~D  +)	45.45%
False - rate for classified -	Pr( D  -)	15.88%
Correctly classified		81.98%

- Programación Double Bounded con todas las variables:

```

. *Ado 4
. *Willingness to pay, bivariate probit, with dichotomous choice survey
. *Last update: 15 de abril 2007
. program drop _all

. program define mydoublebound, rclass
1. *version 9
. args lnf theta1 theta2
2. quietly replace `lnf'=ln(1-normprob((vdap2-`theta1')/`theta2')) if $ML_y1==1
3. quietly replace `lnf'=ln(normprob((vdap2-`theta1')/`theta2))-normprob((vdap1-
`theta1')/`theta2')) if $ML_y2==1
4. quietly replace `lnf'=ln(normprob((vdap1-`theta1')/`theta2))-normprob((vdap3-
`theta1')/`theta2')) if $ML_y3==1
5. quietly replace `lnf'=ln(normprob((vdap3-`theta1')/`theta2')) if $ML_y4==1
6. end

. *En la línea que sigue en general es: ml model lf mydoublebound (depvar1 depvar2
depvar3...=dep_invs)/sigma if [condicional]*
. ml model lf mydoublebound (yy yn ny nn=hrega renta qaguh npozs daguh scano hsecn dfasp
riegm riego prbrg gasto mgash danos adano
> perdi pprod brend odano scult cpozo oacci costa segur edadd educa cuenc dciud)/sigma

. *ml maximize es una instrucción para resolver mediante ml la función de verosimilitud
dentro del program*
. ml maximize

initial:      log likelihood =      -<inf>      (could not be evaluated)
feasible:     log likelihood = -467.62778
rescale:      log likelihood = -445.21405
rescale eq:   log likelihood = -371.73147
Iteration 0:   log likelihood = -371.73147
Iteration 1:   log likelihood = -351.33989
Iteration 2:   log likelihood = -342.22056
Iteration 3:   log likelihood = -342.06887
Iteration 4:   log likelihood = -342.063
Iteration 5:   log likelihood = -342.06296
Iteration 6:   log likelihood = -342.06296

```

Log likelihood = -342.06296

Number of obs = 455

Wald chi2(28) = 37.88

Prob > chi2 = 0.1007

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
-----						
eq1						
hrega	.1618658	.2504511	0.65	0.518	-.3290092	.6527409
renta	.0000111	5.56e-06	2.00***	0.046	2.11e-07	.000022
qaguh	-.1136947	.1985405	-0.57	0.567	-.5028269	.2754375
npozs	-5.673993	2.875747	-1.97**	0.048	-11.31035	-.0376337
daguh	.00191	.2338293	0.01	0.993	-.456387	.4602069
scano	-.0211582	3.880127	-0.01	0.996	-7.626067	7.583751
hsecn	.0329213	.0437031	0.75	0.451	-.0527353	.1185779
dfasp	-.1490403	.1843644	-0.81	0.419	-.510388	.2123073
riegm	-11.37437	5.556414	-2.05***	0.041	-22.26474	-.4839997
riege	.6863897	5.3217	0.13	0.897	-9.743951	11.11673
prbrg	4.160929	3.746178	1.11	0.267	-3.181444	11.5033
gasto	1.269525	4.403686	0.29	0.773	-7.361541	9.900591
mgash	5.09e-07	5.21e-07	0.98	0.329	-5.12e-07	1.53e-06
danos	.8569823	7.415876	0.12	0.908	-13.67787	15.39183
adano	-1.278127	.972477	-1.31*	0.189	-3.184147	.6278929
perdi	1.05e-06	3.12e-07	3.36***	0.001	4.37e-07	1.66e-06
pprod	-1.061348	5.459742	-0.19	0.846	-11.76225	9.639551
brend	-9.290906	4.910542	-1.89**	0.058	-18.91539	.3335789
odano	2.100809	4.84897	0.43	0.665	-7.402997	11.60461
scult	11.30218	5.431921	2.08***	0.037	.6558074	21.94855
cpozo	2.629196	5.489004	0.48	0.632	-8.129055	13.38745
oacci	3.770219	5.48531	0.69	0.492	-6.980791	14.52123
costa	-1.76e-06	7.03e-07	-2.50***	0.013	-3.13e-06	-3.78e-07
segur	-1.957861	3.502721	-0.56	0.576	-8.823067	4.907346
edadd	.0479295	.1215829	0.39	0.693	-.1903687	.2862277
educa	4.443701	3.02461	1.47*	0.142	-1.484426	10.37183
cuenc	3.004935	3.946403	0.76	0.446	-4.729873	10.73974
dciud	.0152177	.1143672	0.13	0.894	-.208938	.2393734
_cons	-4.121736	13.51255	-0.31	0.760	-30.60584	22.36237
-----						
sigma						
_cons	22.89509	2.303962	9.94 ***	0.000	18.37941	27.41078
-----						

\*: significancia al 80%, \*\*: significancia al 90%, \*\*\*: significancia al 95%

- Programación Double Bounded con las variables más significativas:

```
. *Ado 4
. *Willingness to pay, bivariate probit, with dichotomous choice survey
. *Last update: 15 de abril 2007
. program drop _all

. program define mydoublebound, rclass
1. *version 9
. args lnf theta1 theta2
2. quietly replace `lnf'=ln(1-normprob((vdap2-`theta1')/`theta2')) if $ML_y1==1
3. quietly replace `lnf'=ln(normprob((vdap2-`theta1')/`theta2))-normprob((vdap1-
`theta1')/`theta2)) if $ML_y2==1
4. quietly replace `lnf'=ln(normprob((vdap1-`theta1')/`theta2))-normprob((vdap3-
`theta1')/`theta2)) if $ML_y3==1
5. quietly replace `lnf'=ln(normprob((vdap3-`theta1')/`theta2)) if $ML_y4==1
6. end

. *En la línea que sigue en general es: ml model lf mydoublebound (depvar1 depvar2
depvar3...=dep_invs)/sigma if [condicional]*
. ml model lf mydoublebound (yy yn ny nn=renta riegm perdi scult costa)/sigma
```

```

. *ml maximize es una instrucción para resolver mediante ml la función de verosimilitud
dentro del program*
. ml maximize

initial:      log likelihood =      -<inf>   (could not be evaluated)
feasible:      log likelihood = -467.62778
rescale:      log likelihood = -445.21405
rescale eq:    log likelihood = -371.73147
Iteration 0:   log likelihood = -371.73147
Iteration 1:   log likelihood = -355.76391
Iteration 2:   log likelihood = -352.02388
Iteration 3:   log likelihood = -351.98653
Iteration 4:   log likelihood = -351.98638
Iteration 5:   log likelihood = -351.98638

                                     Number of obs   =       455
                                     Wald chi2(5)      =       25.98
                                     Prob > chi2       =       0.0001

Log likelihood = -351.98638

-----+-----
          |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-----+-----
eq1       |
   renta |   .0000135   4.64e-06     2.91***  0.004    4.43e-06   .0000226
   riegm |  -9.226731   3.785073    -2.44***  0.015   -16.64534  -1.808125
   perdi |   7.69e-07   2.84e-07     2.71***  0.007    2.12e-07   1.33e-06
   scult |   9.284114   3.729837     2.49***  0.013    1.973767   16.59446
   costa |  -1.59e-06   6.51e-07    -2.45***  0.014   -2.87e-06  -3.18e-07
   _cons |   3.423506   3.749666     0.91     0.361   -3.925704   10.77272
-----+-----
sigma     |
   _cons |   24.16912   2.329568    10.37   0.000    19.60325   28.73499
-----+-----

```

\*: significancia al 80%, \*\*: significancia al 90%, \*\*\*: significancia al 95%

- Resultados Modelo Double Bounded con las variables más significativas:

```

. *Cálculo de las probabilidades estimadas para el calculo de la DAP*
. matrix beta=e(b)

. matrix list beta

beta[1,7]
          eq1:      eq1:      eq1:      eq1:      eq1:      eq1:      sigma:
          renta    riegm    perdi    scult    costa    _cons    _cons
y1   .00001352  -9.2267315   7.695e-07   9.2841135  -1.594e-06   3.4235057   24.169119

. g xb=(beta[1,1]*renta+beta[1,2]*riegm+beta[1,3]*perdi+beta[1,4]*scult+beta[1,5]*costa)

. g pr_y_y=1-normprob((vdap2-xb)/beta[1,6])

. g pr_y_n=normprob((vdap2-xb)/beta[1,6])-normprob((vdap1-xb)/beta[1,6])

. g pr_n_y=normprob((vdap1-xb)/beta[1,6])-normprob((vdap3-xb)/beta[1,6])

. g pr_n_n=normprob((vdap3-xb)/beta[1,6])

.
. *Descripción de las probabilidades*
. sum pr_y_y

      Variable |      Obs      Mean   Std. Dev.      Min      Max
-----+-----
      pr_y_y |      455   .0279011   .1366153         0         1

. sum pr_y_n

      Variable |      Obs      Mean   Std. Dev.      Min      Max
-----+-----

```

pr_y_n	455	.0093517	.0554059	0	.6992568
. sum pr_n_y					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
pr_n_y	455	.0118108	.056339	0	.6187339
. sum pr_n_n					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
pr_n_n	455	.9509364	.1848814	2.81e-26	1
. *Cálculo del valor DAP Double Bounded*					
. g dapdb=pr_y_y*vdap2+pr_y_n*vdap1+pr_n_y*vdap3+pr_n_n*vdap3					
. sum dapdb					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
dapdb	455	20.71542	11.59718	.1807953	53.33

## **Anexo 6.2 Pruebas Método de Precios Hedónicos**

- Modelo Lineal, con variables significativas:

```
. regress preca qagua super edadd acces relie,robust
```

Regression with robust standard errors

Number of obs = 41

F( 5, 35) = 0.59

Prob > F = 0.7054

R-squared = 0.1008

Root MSE = 1.2e+07

		Robust				
	preca	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
qagua		-575894.7	404322.3	-1.42*	0.163	-1396713 244923.2
super		7231.609	7518.563	0.96	0.343	-8031.885 22495.1
edadd		169297.4	112350.1	1.51*	0.141	-58785.43 397380.3
acces		-2868591	2188950	-1.31*	0.199	-7312396 1575213
relie		-5359401	4091399	-1.31*	0.199	-1.37e+07 2946581
_cons		8844894	6390520	1.38*	0.175	-4128551 2.18e+07

\*: significancia al 80%, \*\*: significancia al 90%, \*\*\*: significancia al 95%

. regress preca qagua super edadd acces relie erosi riego,robust						
Regression with robust standard errors				Number of obs = 41		
				F( 7, 33) = 0.57		
				Prob > F = 0.7779		
				R-squared = 0.2087		
				Root MSE = 1.2e+07		
-----						
		Robust				
preca		Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]

qagua	-567484.3	391255.4	-1.45*	0.156	-1363499	228530.9
super	9108.707	8360.133	1.09	0.284	-7900.111	26117.53
edadd	210305.3	127951	1.64*	0.110	-50013.01	470623.6
acces	-2689159	2028205	-1.33*	0.194	-6815572	1437254
relie	-6771778	4783663	-1.42*	0.166	-1.65e+07	2960658
erosi	4671299	3135737	1.49*	0.146	-1708407	1.11e+07
riego	-2129246	1392595	-1.53*	0.136	-4962501	704008.8
_cons	1272250	6176387	0.21	0.838	-1.13e+07	1.38e+07

\*: significancia al 80%, \*\*: significancia al 90%, \*\*\*: significancia al 95%

- Modelo Log-Log, con variables significativas:

```
. regress lgpreca lgqagua lgsuper lgriego lgacces,robust
```

```
Regression with robust standard errors
```

Number of obs =	41
F( 4, 36) =	2.74
Prob > F =	0.0436
R-squared =	0.2135
Root MSE =	.49883

```
-----
```

lgpreca	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lgqagua	-.2053455	.1094807	-1.88**	0.069	-.4273827	.0166916
lgsuper	.1726318	.1009016	1.71**	0.096	-.0320062	.3772697
lgriego	-.4614711	.2685845	-1.72**	0.094	-1.006186	.0832436
lgacces	-.8803744	.3588122	-2.45***	0.019	-1.608079	-.1526696
_cons	6.661929	.1404347	47.44***	0.000	6.377115	6.946744

```
-----
```

```
. regress lgpreca lgqagua lgsuper lgcomer lgacces,robust
```

```
Regression with robust standard errors
```

Number of obs =	41
F( 4, 36) =	3.38
Prob > F =	0.0189
R-squared =	0.2186
Root MSE =	.49718

```
-----
```

lgpreca	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lgqagua	-.2262647	.1131737	-2.00***	0.053	-.4557916	.0032621
lgsuper	.2100058	.0833803	2.52***	0.016	.0409027	.379109
lgcomer	-.4995574	.2552973	-1.96**	0.058	-1.017324	.0182095
lgacces	-.8611873	.3515307	-2.45***	0.019	-1.574125	-.14825
_cons	6.68118	.1459965	45.76***	0.000	6.385085	6.977274

```
-----
```

```
. regress lgpreca lgqagua lgsuper lgcomer lgriego lgacces,robust
```

```
Regression with robust standard errors
```

Number of obs =	41
F( 5, 35) =	3.01
Prob > F =	0.0231
R-squared =	0.2606
Root MSE =	.49049

```
-----
```

lgpreca	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lgqagua	-.234507	.1091903	-2.15***	0.039	-.4561752	-.0128389
lgsuper	.2555907	.1003546	2.55***	0.015	.0518602	.4593213
lgcomer	-.4600308	.2254676	-2.04***	0.049	-.9177543	-.0023073
lgriego	-.4208388	.2696069	-1.56*	0.128	-.9681698	.1264922
lgacces	-.9361473	.3565673	-2.63***	0.013	-1.660017	-.2122771
_cons	6.757956	.1579006	42.80***	0.000	6.437401	7.078511

```
-----
```

```
. regress lgpreca lgqagua lgsuper lggedadd lgcomer,robust
```

```
Regression with robust standard errors
```

Number of obs =	41
F( 4, 36) =	2.07
Prob > F =	0.1049
R-squared =	0.1171
Root MSE =	.52851

```
-----
```

lgpreca	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lgqagua	-.1803309	.1025826	-1.76**	0.087	-.3883779	.0277162
lgsuper	.1410522	.1018926	1.38*	0.175	-.0655955	.3476999
lggedadd	.9663982	.5899324	1.64*	0.110	-.2300402	2.162837
lgcomer	-.3771343	.2568358	-1.47*	0.151	-.8980214	.1437529
_cons	4.75508	1.002587	4.74***	0.000	2.721739	6.788421

```
-----
```

\*: significancia al 80%, \*\*: significancia al 90%, \*\*\*: significancia al 95%





### **Bibliografía:**

AC Ingenieros Consultores Ltda., 2006, “Estudio de Factibilidad Obras de Regulación para los Valles de La Ligua y Petorca”.

Anderson, Raymond L. ,1982, “The irrigation water rental market: a case study”, *Agricultural Economics Research*, N°2, Washington, D.C., Abril.

Ardila, Sergio: "Guía para la utilización de modelos - econométricos en aplicaciones del método de valoración contingente". *Documento de Trabajo ENP101. Banco Interamericano de Desarrollo*. División de Protección del Medio Ambiente. Diciembre de 1993.

Ariño, Gaspar Y Satre, Mónica. Ponencia “Los Mercados de Aguas como formas de Gestión”, basada en el libro “*Leyes de Aguas y política hidráulica en España*”. Editorial Comares, Granada, 1999.

Azqueta, Diego,1994. *Valoración económica de la calidad ambiental*. Mc Graw Hill.

Azqueta, Diego, 2002. *Introducción a la economía ambiental*. Mc Graw Hill.

Ballesteros, E. ,1991. *Economía de la empresa agraria y alimentaria*. Ed. Mundiprensa, capítulos VI y VIII.

Becker, G.S., 1965. “A Theory of the Allocation of Time”. *Economic Journal* 75: 493 – 517.

Bender B., T. Gromberg y Hwand, 1980. “Choice of Functional Form and the Demand for Air Quality. *Review of Economic Statistics*, 62, 638-643.

BF Ingenieros Civiles (Chile), 1983, “Análisis crítico de la red fluviométrica nacional: red de calidad de aguas, III, IV y V región”. Dirección General de Aguas. Departamento de Hidrología.

Bishop, R. & Heberlein T., 1979. “Measuring values of extramarkets goods: Are indirect measures biased?”. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 61, pp 926-930

Boyle, J., Welsh M. y Bishop R. 1988. “*Validation of empirical measures of welfare change: Comment*,” *Land Economics*, Vol 64, pp.94-98.

Box, G.E. y Cox, D.R. (1964) “An analysis of transformations” *Journal of the Royal Statistical Society*; Series B,26.

Brown, C., 1980. “Equalizing differences in the labor market” *Quarterly Journal of Economics* 94: 113-134.

Brown, C. y H.S. Rosen, 1982. "On the Estimation of Structural hedonic Price Models", *Econometrika*, 50, 765-768.

Caballer, Vicente & Guadalajara, Natividad, 1998. *Valoración económica del agua de riego*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

Cameron, T. & James, M. , 1987. "Efficient estimation methods for Closed Ended Contingent Valuation Surveys". *Review of Economics and Statistics*, Vol 69, pp. 269 – 276.

Carson, C. y Mitchell, R. 1989. "Using surveys to value public goods: the contingent valuation method". Washington D.C.: *Resources for the future*. XIX, pp 463.

Carson, R. , Hanemann, M. Y Mitchell, R. 1996. "Determining the demand for public goods by simulating referendums at different tax prices". Manuscrito. University of California, San Diego.

Carson, R "et al". 1997. "Temporal Reliability of Estimates from Contingent Valuation." *Land Economics* 73: 151 – 163.

Castillo González, Jorge, Merino González, Alberto, Dirección General de Aguas. Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos, Ayala, Cabrera y Asociados Ingenieros Consultores Ltda., 1994, "Análisis redes de vigilancia calidad aguas terrestres estadística hidroquímica nacional, Etapa I: quinta región".

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), 1995. *Mercado de derechos de agua: Entorno legal*. LC/R.1485. Santiago de Chile.

CIREN. Area Frutícola, 2002, "Catastro frutícola nacional, Actualización V Región 2002".

CIREN. Proyecto Suelos, 1996, "Estudio de suelos de secano de las regiones V, Metropolitana y VII (1995-1996)".

CIREN. Unidad Forestal, 1994, "Actualización y mejoramiento base de datos de vegetación nativa regiones V, R.M., VI y VII".

CIREN, 1985, "Descripciones de Suelos. Estudio Agrológico de los valles de Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca V Región (1985)".

Cooper, A. y Loomis, J. 1992. "*Sensitivity Of Willingness –To- Pay Estimaytes To Bid Design In Dichotomous Choice Contingent Valuation Models.*" *Lands Economics*, Vol. 68 (2), pp. 211-224.

Chang, Chan y Ronald C. Griffin (1992), Water marketing as a reallocative institution in Texas", *Water Resources Research*, N°3, Albuquerque, Nuevo México, University of New Mexico.

CNR-CICA, 2004, “Diagnóstico de la Infraestructura de Riego Extrapredial de los Ríos La Ligua y Petorca de la Vª Región y Proposición de un Plan de Contingencia para Eventos de Sequía”.

DGA – IPLA-AC Ingenieros Consultores (1998), “Análisis y Evaluación de los Recursos Hídricos de las Cuencas de los Ríos Petorca y Ligua”.

DGA – P. Isensee M. (2002), “Evaluación de los Recursos Hídricos Cuenca Río Ligua”.

DOH – CYGSA (2003), “Diagnóstico de Obras de Riego en los Valles de La Ligua y Petorca, V Región”.

DOH – P. Isensee M. (2004), “Modelación Integral de los Recursos Hídricos de los Valles de los Ríos La Ligua y Petorca”.

Donoso, Guillermo; J. Montero y S. Vicuña (2001), Análisis de los mercados de derechos de aprovechamiento de agua en las cuencas del Maipo y el sistema Paloma en Chile: efectos de la variabilidad en la oferta hídrica y de los costos de transacción”, *XI Jornadas de Derechos de Aguas (Zaragoza, España, 14 al 16 de marzo de 2001)*

Donoso, G; Jouravlev, A.; Peña, H. & Zegarra, E. (2004) ”Mercados (de derechos) de agua: experiencias y propuestas en América del Sur ”. *Serie Recursos Naturales e infraestructura N°80*. Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL).

Elnagheeb, A. y Jordan, J. 1995. "*Comparing Three Approaches That Generate Bids for the Referendum Contingent Valuation Method*, " *Journal of Environmental Economics and Management*, 29(1), July 1995, 92-104.

Errázuriz Tagle, Federico, 2004. “Cálculo de disposición a pagar por sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales en zonas rurales de Chile usando el Método de Valoración Contingente”. *Tesis para optar al grado de Magister en Economía Agraria*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Dirección de Investigación y postgrado, Programa de Postgrado en Ciencias de la Agricultura.

Epple, D. (1987): "Hedonic prices and implicit markets: estimating demand and supply Functions for differentiated products", *Journal of Political Economy* 95, pp. 59-79.

Ervin, D.E., and J.W. Mill. 1985. "Agricultural Land markets and soil erosion: policy relevance and conceptual issues". *American Journal of agricultural Economics* 67: 938-942.

Espinosa N., Walter ; Viteri A., Enrique, 1993, “Evaluación geológica - económica de áreas prospectivas de las regiones cuarta sur y quinta”.

Frederiksen, Harald, 2001. "Consideraciones institucionales y financieras en el manejo de recursos hídricos". *Taller Internacional "Las Autoridades Autónomas de gestión de Aguas"*, (Lima, Perú, 16 al 17 de Mayo del 2001).

Freeman A. M., III. 1979. "hedonic Prices, property values and measuring environmental benefits: survey of the issues". *Scandinavian Journal of Economics* 81.9: 155- 173. 470-3

Freeman, A. Myrick, III. 1993. *The Measurement of Enviromental and Resource Values: Theory and Methods*. Washington, DC: Resources for the Future.

Freeman, A. Myrick, III. 2003. *The Measurement of Enviromental and Resource Values: Theory and Methods*. 2<sup>nd</sup> ed. Washington, DC: Resources for the Future.

Gardner, K., and R. Barrows. 1985. "The impact of soil conservation investments on land prices". *American Journal of Agricultural Economics* 67: 943-947.

Haab, T y Mc Conell, K. 2002. "Valuing Environmental and Natural resources: The econometrics of non market valuation". *New Horizons in Environmental Economics*.

Hanemann, W. Michael: "Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses". *American Journal of Agriculatural Economics*, vol.66, n° 3, 1984, pgs.332-341

Hanemann, W. Michael: "Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses Data: Reply". *American Journal of Agriculatural Economics*, vol.71, n° 4, 1989, pgs.1057 -1061.

Hanemann,M., Loomis, J., y kanninen, B (1991), Statistical Efficiency of Double Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation. *American Journal ofAgriculatural economics*, nov. 1991, pgs. 1255 -1263.

Hidrogestión, 2005, "Evaluación Social de Embalses de Riego para los Valles de La Ligua y Putorca. Informe de Prefactibilidad".

Hoevenagel, Ruud. 1994. "An Assessment of the Contingent Valuation Methods". En *Valuing the Environment: Methodolical and Measurement Issues*, ed Rüdiger Pethig. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.

Howitt, Richard E., 1994, "Empirical analysis of water market institutions: the 1991California water market", *Resource and Energy Economics*, N°4, Amsterdam, Noviembre.

King, D.A., and Sinden J.A., 1994. "Price Formation in Farm Land Markets". *Land Economics*. Vol 70. N° 1 February: 38-51.

Lancaster, K.,1966. " A New Approach to Consumer Theory", *Journal Political Economy*, 74, 132-157.

Lee., Terence R. y Juravlev, Andrei S., 1998. Los precios, la propiedad y los mercados en la asignación del agua. *Serie Medio Ambiente y Desarrollo* N°6. Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL)

Ley de Riego 18.540 “APROVECHANDO LAS VENTAJAS DE LA LEY DE RIEGO” administrada por la Comisión Nacional de Riego, reimpresión Agosto 2004.

Mäler, K. G., 1977. “A note on the use of property values in estimating marginal willingness to pay for environmental quality”. *Journal of environmental Economics and Management* 4: 355-369.

Melo, O. y Donoso, G. 1995.”Uso de Encuestas de Valoración Contingente para valorar beneficios recreativos de Parques Urbanos: El caso del parque Bustamante”. *Serie de Investigación* N° 68, Departamento de Economía Agraria, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

Mendelsohn, R. (1985): “Identifying structural equations with single market data”, *Review of Economics and Statistics* 67, pp.325-329.

Minagri, 1972, “Antecedentes Agroeconómicos para la Justificación del Mejoramiento del Regadío en la parte superior de los valles de Petorca y Ligua”.

Miranowski, J.A., and B.D. Hammes. 1984. “Implicit prices of soil characteristics for farmland in Iowa”. *American Journal of Agricultural Economics* 66: 745-749.

Mitchell, Robert Cameron, and Richard T. Carson. 1989. *Using Surveys To Value Public Goods: The contingent Valuation Method*. Washington, DC: Resources for the Future.

Mitchell, R. y Carson, C. 1995. “*Sequencing and Nesting in Contingent Valuation Surveys*”. *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol.28, pp.155-173.

Muchnik, Eugenia; Luraschi, Marco; Maldini, Flavia, 1997. Comercialización de los derechos de aguas en Chile. *Serie Desarrollo Productivo* N°47. Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL).

Nelson, J., 1978. “Residencial Choice, Hedonic Prices, and the Demand for Urban Air Quality”, *Journal Urban Economic*, 5,357-369.

Palmquist, R., 1984. “Estimating the Demand for the Characteristics of Housing”, *Review Economic Statistic*, 66, 394-404.

Palmquist, R. B. y Danielson L. E., 1989. “A Hedonic Study of the Effects of Erosión Control and Drainage on Farmland Value”. *American Agricultural Economics Association*. February 1989, pág 55-62.

Palmquist R. B., 1991. "Measuring the Demand for Environmental Quality". Chapter IV, *Hedonic Methods*, John B. Braden & Charles D. Kolstad (Editors). Elsevier Science Publishers B. V (North- Holland)

Peña, D., 1989. "*Estadística: modelos y métodos*" vol. I yII. Alianza Universidad Textos.

Ridker, R. y J. Henning, 1967. "The Determinantes of Residential Property Values with Special Reference to Air Pollution", *Review Economic Statistic*, 4, 244-257.

Rosen, S., 1974. "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition", *Journal Political Economy*, 82,34-55.

Ruth, R.F., 1966. "Household Production and Consumer Demand Functions". *Econométrica* 34: 699-708.

Ridker, R. Y J. Henning, 1967."The determinantes of residential property Values With Special Reference to Air Pollution", *Review Economic Statistic*, 4, 244-257.

Riera Micalo, Pere.1994. *Manual de Valoración Contingente*. Ministerio de Economía y Hacienda, Instituto de Estudios Fiscales, Madrid (pág.19).

Ríos M. y Quiroz J.,1995. "The market of water rights in Chile: major issues", *Cuadernos de economía (Santiago)*, vol.32, N°97, Santiago de Chile, diciembre.

Rosegrant W., Mark y Renato Gazmuri S. 1994., "Reforming water allocation policy through markets in tradable water rights: Lessons from Chile, Mexico, and California", EPTD Discussion Paper, N°6, Washington, D.C., Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias.

Rosen, S., 1974. "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition", *Journal Political Economy*, 82, 34-55.

Saliba, Bonnie Colby (1987), "Do water markets 'work'? Market transfers and trade-offs in the Southwestern states", *Water Resources Research*, N°7, Washington, D.C., American Geophysical Union, Julio.

Saliba, Bonnie Colby y otros (1987), "Do water market prices appropriately measure water values?", *Natural Resources Journal*, N°3, Albuquerque, Nuevo México, university of New México.

Samuelson, Paul A. (1954): "Pure theory of public expenditure", en *The Review of Economics and Statistics*, vol. 36 (pág 387 – 389).

Scheaffer, R., 1987. "*Elementos de muestreo*". México, D.F.: Grupo Editorial Iberoamericana. xiii, 321.

Solanes, Miguel y David Getches (1998). *Prácticas recomendables para la elaboración de leyes y regulaciones relacionadas con el recurso hídrico*. Banco Interamericano de Desarrollo, (BID), Washington, D.C.

Soluciones Integrales S.A. 2002. “Estudio de Valorización de Beneficios de Proyectos de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias”. Informe Final., Santiago, Chile.

Varela B., Juan, 1994, “Mapa geológico-geomorfológico del litoral de la Ligua-Pichidanguí”.

Vaux, Henry. “*Economics and markets for water*” en Actas de la 1° Conferencia Internacional Sobre los Problemas del Agua, IBERDROLA- Instituto Tecnológico, Valencia 1995, págs 171 y 172.

Vicente, Guillermo Ramón, 1996, “Estudio de las condiciones económicas de la tierra agrícola en Tandil, República Argentina. Uso de Metodología de Precios Hedónicos en el mercado de arriendo (alquiler) de tierra para trigo”. *Tesis para optar al grado de Magister en Economía Agraria*, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Departamento de Economía Agraria, Programa de Postgrado en Economía Agraria.

Villar, S. 1997. “Valoración Contingente y prueba de efecto incrustamiento. Caso de estudio: Recuperación de Laguna Grande de San Pedro en la VIII Región”. *Serie de Tesis de Posgrado N° 76*, Departamento de Economía Agraria, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Whitehead, John C. 2002. Incentive Incompatibility and Starting-Point Bias in Iterative valuation Questions. *Land Economics* 78 (2): 285 – 297.

### Entrevistas realizadas

Entrevista al Sr. Gerardo Orrego Tapia, Presidente de la Asociación de Canalistas de Chincolco, 2006.

Entrevista al Sr. Gregorio Correa, Presidente de AgroPetorca, 2006.

Entrevista al Sr. Julio Garrido, Director Regional DOH V Región, 2006.

Entrevista al Sr. Manual Cárdenas, DOH V Región Coordinador Proyecto Embalses La Ligua-Petorca, 2006.

Entrevista al Sr. Eugenio Celedón, Asesor DOH, 2006.

Entrevista al Sr. José Ramón Villalobos, Presidente de la Asociación de Canalistas de Llay-Llay, 2006.